



TUGAS AKHIR - TF141581

**PENGARUH KOMPOSISI TiO_2 TERHADAP
KEMAMPUAN *SELF CLEANING* PADA KACA
DENGAN *DISPERSANT* POLIETILEN GLIKOL
(PEG) 4000**

**DAHRY YUNIAR AKBAR
NRP : 2411 100 107**

**Dosen Pembimbing
Lizda Johar Mawarani, ST., MT.
Ir. Agung Budiono, M.Eng.**

**JURUSAN TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015**



FINAL PROJECT - TF141581

THE EFFECT OF TiO_2 COMPOSITION ON THE SELF CLEANING ABILITY IN GLASS WITH POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) 4000 AS DISPERSANT

**DAHRY YUNIAR AKBAR
NRP : 2411 100 107**

**Supervisor
Lizda Johar Mawarani, ST., MT.
Ir. Agung Budiono, M.Eng.**

**DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2015**

**PENGARUH KOMPOSISI TiO_2 TERHADAP
KEMAMPUAN *SELF CLEANING* PADA KACA DENGAN
DISPERSANT POLIETILEN GLIKOL (PEG) 4000**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Dahrv Yuniar Akbar

NRP : 2411 100 107

Surabaya, 14 Juli 2015
Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing I ,

Pembimbing II ,

Lizda Johar Mawarani, ST, MT

NIPN. 19740815 199703 2 001

Ir. Agung Budiono, M.Eng.

NIPN. 19500511 197612 1 001



Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

NIPN. 19650309 199002 1 001

**PENGARUH KOMPOSISI TiO_2 TERHADAP
KEMAMPUAN *SELF CLEANING* PADA KACA DENGAN
DISPERSANT POLIETILEN GLIKOL (PEG) 4000**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Bahan
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DAHRY YUNiar AKBAR
NRP. 2411 100 107

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Lizda Johar Mawarani, ST, MT (Pembimbing I)
2. Ir. Agung Budiono, M.Eng. (Pembimbing II)
3. Dr. Ing. Doty Dewi R., ST, MT (Penguji I)
4. Dyah Sawitri, ST, MT (Penguji II)
5. Detak Yan Pratama, ST, MSc (Penguji III)

**SURABAYA
JULI 2015**

” PENGARUH KOMPOSISI TiO_2 TERHADAP KEMAMPUAN *SELF CLEANING* PADA KACA DENGAN *DISPERSANT* POLIETILEN GLIKOL (PEG) 4000 ”

Nama Mahasiswa : Dahry Yuniar Akbar
NRP : 2411 100 107
Jurusan : Teknik Fisika
Dosen Pembimbing : Lizda Johar Mawarani, ST., MT.
Ir. Agung Budiono, M.Eng.

ABSTRAK

Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan untuk aplikasi *self cleaning* adalah dengan memanfaatkan fotokatalisis bahan TiO_2 dimana fotokatalisis merupakan proses reaksi kimia yang dibantu oleh energi sinar ultraviolet. Efek fotokatalisis inilah yang dapat mendekomposisi pengotor berupa senyawa organik. TiO_2 disintesis dengan menggunakan bahan dasar TiCl_3 . Hasil sintesis kemudian dicuci menggunakan aquades lalu dikalsinasi menggunakan furnace dengan suhu 300°C selama 4 jam untuk mendapatkan TiO_2 struktur anatase. Larutan TiO_2 yang dilapiskan pada sampel kaca dibuat dengan mencampurkan PEG 4000, kloroform, dan serbuk TiO_2 . Komposisi TiO_2 dibuat bervariasi, yaitu 0 gram, 1 gram, 1,5 gram, 2 gram, 2,5 gram, dan 3 gram, dengan PEG dan kloroform tetap untuk semua variasi komposisi TiO_2 . Pelapisan dilakukan dengan teknik doctor blade. Pengujian *self cleaning* menggunakan dua jenis pengotor yaitu lumpur dan pewarna. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu pengujian sifat hidrofilik dan pengujian sifat fotokatalisis. Hasil pengujian menunjukkan sifat *self cleaning* terbaik didapatkan pada sampel dengan komposisi TiO_2 sebesar 3 gram dengan kemampuan menghilangkan pengotor hingga 96% pada penjemuran di bawah sinar matahari dan 74% pada penyinaran UV, serta memiliki selisih transmitansi hingga 58,8%. Sedangkan hasil pengujian sifat hidrofilik menunjukkan bahwa sifat hidrofilik sangat dipengaruhi oleh fotokatalisis. Adapun ketidaksamaan sifat hidrofilik sampel disebabkan oleh adanya penggumpalan serbuk TiO_2 di permukaan lapisan.

Kata kunci: anatase, PEG, *self cleaning*, TiO_2

“THE EFFECT OF TiO₂ COMPOSITION ON THE SELF CLEANING ABILITY IN GLASS WITH POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) 4000 AS DISPERSANT ”

Name : Dahry Yuniar Akbar
NRP : 2411 100 107
Department : Engineering Physics
Supervisor : Lizda Johar Mawarani, ST., MT.
Ir. Agung Budiono, M.Eng.

ABSTRACT

One of the technologies that are being developed for self-cleaning applications is to utilize TiO₂ photocatalytic material through a photocatalytic chemical reaction process assisted by the energy of ultraviolet rays. Photocatalytic effect decomposes the impurities in the form of organic compounds. TiO₂ synthesized by using precursor of TiCl₃. The synthesis incorporates ammonia washing and calcination at 300°C for 4 hours to obtain TiO₂ anatase. TiO₂ solution was coated on the glass sample in the form of paste made by mixing PEG 4000, chloroform, and TiO₂ powder. TiO₂ composition was varied, i.e. 0 gram, 1 gram, 1.5 gram, 2 grams, 2.5 grams and 3 grams, while PEG and chloroform amounts fixed for all variations studied. Coatings were under taken by the doctor blade technique. Self cleaning testing was using two types of impurities, namely mud and dyes. The test was done in two ways, namely hydrophilic and photocatalytic properties tests. The results showed that the best self-cleaning properties was obtained on the sample with a composition of TiO₂ of 3 grams with the ability to eliminate impurities up to 96% under direct sun and 74% in UV radiation. It has a transmittance difference of up to 58.8% . The hydrophilic properties depend on photocatalytics. However, due to profuse agglomeration of TiO₂ the hydrophilic properties decreases.

Key Word: anatase, PEG, self cleaning, TiO₂


KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur senantiasa terpanjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat serta hidayah-Nya serta shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, saya dapat menyelesaikan buku laporan tugas akhir ini dengan judul:

” Pengaruh Komposisi TiO_2 Terhadap Kemampuan *Self Cleaning* pada Kaca dengan *Dispersant* Polietilen Glikol (PEG) 4000 ”

Berbagai dukungan dan bantuan diterima penulis selama penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankan saya mengucapkan terima kasih terutama kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika ITS.
2. Ibu Lizda Johar Mawarani, ST., MT. atas bimbingan dan nasehatnya selama pengerjaan tugas akhir ini kepada saya.
3. Bapak Ir. Agung Budiono, M.Eng. selaku pembimbing kedua saya.
4. Ir.Zulkifli Abdullah, M.Sc selaku Kepala Laboratorium Rekayasa Bahan.
5. Seluruh dosen Rekayasa Bahan yang telah memberikan materi dan bimbingan untuk menunjang tugas akhir ini,
6. Seluruh dosen Teknik Fisika – ITS yang telah memberikan berbagai ilmu dalam perkuliahan sehingga kami dapat menyelesaikan jenjang perkuliahan dengan selesainya tugas akhir ini.
7. Seluruh staf pegawai Jurusan Teknik Fisika atas segala bentuk kerjasamanya selama masa kuliah.
8. Kedua orang tua saya, bapak Junaidi alm. dan ibu Neneng atas doa, semangat, dan dukungannya selama ini.

- 
9. Teman-teman seperjuangan selama perkuliahan F-46 Teknik Fisika ITS
 10. Teman seperjuangan TA (Zhua, Sayyidah, Albertus, Siddiq, Reza) dan teman seperjuangan Laboratorium Rekayasa Bahan.
 11. Sahabat-sahabat saya (Aam, Bagus, Dimas, Zainul) atas semangat yang diberikan kepada saya.
 12. Dan semua pihak yang turut memperlancar kegiatan Tugas Akhir ini yang tentunya tidak bisa disebutkan semuanya.

Penulis mohon maaf apabila dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini ada kesalahan yang tidak disengaja, serta dalam laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca dan mempelajarinya.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL BAHASA INDONESIA	
HALAMAN JUDUL BAHASA INGGRIS	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSETUJUAN	
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Pendekatan Sistem	3
1.5 Manfaat	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Self Cleaning</i>	5
2.2 Titanium Dioksida (TiO ₂)	7
2.3 Fotokatalis TiO ₂	9
2.4 Polietilen Glikol (PEG)	12
2.5 Sifat Optik Bahan	13
2.6 Tegangan Permukaan	14
2.7 Energi Cahaya	16
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Alat dan Bahan	18
3.2 Sintesis nano TiO ₂	20
3.3 Preparasi Sampel	22
3.4 Pengujian <i>Self Cleaning</i>	24



BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	TiO ₂ Hasil Sintesis	29
4.2	Hasil Pengujian Sifat Hidrofilik	31
4.3	Hasil Pengujian Sifat Fotokatalisis	31
4.4	Pembahasan	35
4.5	Interpretasi Hasil	43

BAB V KESIMPULAN 47

DAFTAR PUSTAKA 49

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1 Kode Sampel	23
Tabel 3.2 Kode Sampel yang Digunakan untuk Pengujian	27
Tabel 4.1 <i>Peak List</i> Uji XRD	30
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sudut Kontak pada Permukaan Kaca Berlapis TiO ₂	31
Tabel 4.3 Hasil Pengujian dengan Penjemuran di Bawah Sinar Matahari Langsung dan Pencelupan	33
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Menggunakan Lampu UV dan Pencelupan	34
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Transmittansi dan Absorbansi	35

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Elektron mikrograf dari daun ultrafobik. Nelumbo nucifera (skala 50 mikrometer, kiri) dan Hygroryza aristata (skala 20 mikrometer, kanan)	5
Gambar 2.2 Proses <i>self cleaning</i> permukaan TiO ₂ pada kaca, (a) kotoran terdekomposisi, (a) kotoran terbawa air	7
Gambar 2.3 Struktur Kristal TiO ₂ Anatase	8
Gambar 2.4 Proses Fotokatalis TiO ₂	9
Gambar 2.5 Degradasi senyawa organik pada proses fotokatalis TiO ₂	11
Gambar 2.6 Sudut kontak	15
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian secara umum	17
Gambar 3.2 Diagram alir proses sintesis TiO ₂	21
Gambar 3.3 Proses pembuatan TiO ₂ , (a) Pencampuran 10 ml TiCl ₃ , 4,7 ml aquades, dan 0,3 ml HCl 37% (b) Penambahan pertama 50 ml NH ₄ OH 25% (c) Larutan berwarna putih dan menghasilkan endapan	22
Gambar 3.4 Dimensi sampel kaca	23
Gambar 3.5 Teknik <i>doctor blade</i>	24
Gambar 3.6 Pengujian sifat hidrofilik	25
Gambar 4.1 (a) Hasil uji XRD nano-TiO ₂ , (b) acuan untuk TiO ₂ anatase	30
Gambar 4.2 Pengaruh komposisi TiO ₂ terhadap sudut kontak pada permukaan kaca berlapis TiO ₂	36
Gambar 4.3 Pengaruh komposisi TiO ₂ terhadap pengotor yang hilang	38
Gambar 4.4 Degradasi pengotor selama pengujian. (a) sebelum dijemur, (b) setelah 40 jam penjemuran, (c) setelah pencelupan, (d)	

	sebelum penyinaran UV, (e) setelah penyinaran UV, (f) setelah pencelupan (UV)	40
Gambar 4.5	Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap selisih nilai transmitansi sebelum dan setelah penjemuran di bawah sinar matahari	41
Gambar 4.6	Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap nilai tranmitansi setelah 50 jam penjemuran di bawah sinar matahari	42
Gambar 4.7	Permukaan sampel dilihat dengan mikroskop optik (a) komposisi TiO_2 1 gram, (b) komposisi TiO_2 1,5 gram, (c) komposisi TiO_2 2 gram, (d) komposisi TiO_2 2,5 gram, (e) komposisi TiO_2 3 gram	44
Gambar 4.8	Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap sudut kontak pada permukaan kaca berlapis TiO_2 komersil	45

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perkembangan pembangunan di dunia sudah semakin pesat, sekarang sudah banyak bangunan yang menggunakan bahan kaca guna memanfaatkan cahaya matahari sebagai pencahayaan alami seperti halnya pada gedung-gedung tinggi di pusat kota. Selain itu sudah banyak rumah modern yang dibangun dengan jumlah jendela yang cukup banyak dan dengan ukuran yang lebar, bahkan ada pula rumah modern yang sebagian tembok rumahnya terbuat dari kaca untuk menambah nilai artistik dari rumah itu sendiri selain fungsinya untuk memanfaatkan pencahayaan alami. Penggunaan kaca yang selalu bersentuhan langsung dengan kondisi luar seperti itu harus diperhatikan juga kebersihannya dari air, embun, atau debu yang menempel pada kaca, selain untuk menjaga kaca tetap bersih perlu diperhatikan juga tumbuhnya lumut yang dapat mempengaruhi fungsi dari kaca tersebut. Terlebih lagi Indonesia termasuk negara yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi dan juga Indonesia termasuk daerah tropis dimana matahari bersinar sepanjang tahun terutama saat musim kemarau. Dengan kondisi tersebut dibutuhkan pelapis kaca yang dapat menjaga agar bisa terlihat selalu bersih dari air, embun, atau debu yang menempel pada kaca. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan pelapis kaca yang memiliki kemampuan *self cleaning*.

Salah satu teknologi yang sedang berkembang untuk aplikasi *self cleaning* adalah dengan memanfaatkan fotokatalisis pada permukaan lapisan TiO_2 . Lapisan TiO_2 akan memiliki sifat hidrofilik jika disinari dengan sinar UV atau cahaya matahari karena lapisan TiO_2 akan mengalami proses fotokatalisis. Efek fotokatalis TiO_2 dapat mendekomposisi senyawa organik yang menempel menjadi CO_2 dan H_2O , dimana pada penelitian ini efek fotokatalis TiO_2 akan digunakan untuk mendekomposisi pengotor yang menempel pada permukaan kaca. Penggunaan TiO_2 pada pelapis kaca dapat berfungsi sebagai *self cleaning*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Slamet (2008) polietilen glikol (PEG) sudah berhasil digunakan untuk mendistribusikan TiO_2 sebagai aplikasi rekayasa plastik anti kabut dan swa-bersih. Pada penelitian ini digunakan PEG 4000 sebagai *dispersant* TiO_2 , dikarenakan TiO_2 berbentuk serbuk yang partikelnya cenderung melekat satu sama lain atau mengalami penggumpalan secara mikroskopis, sehingga diperlukan *dispersant* untuk memisahkan partikel-partikel TiO_2 agar memiliki jarak yang renggang dan bisa di aplikasikan pada kaca. Apabila *dispersant* telah melapisi partikel TiO_2 , maka *dispersant* akan mencegah terjadinya penggumpalan TiO_2 .

Penelitian lain yang berkaitan adalah penggunaan TiO_2 yang diaplikasikan pada cat tembok, dimana hasil yang diperoleh adalah cat yang memiliki sifat *self cleaning* terbaik yaitu sampel yang memiliki kadar TiO_2 sebesar 2% dengan perbandingan anatase : rutile 90 : 10, dan juga cat tembok dengan campuran TiO_2 memiliki sifat *self cleaning* yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa TiO_2 (Kusmahetningsih, 2012). Pada penelitian yang lain juga berkaitan mengenai aplikasi TiO_2 sebagai *anti fogging* dan *self cleaning* dengan proses penyemprotan, penelitian tersebut membandingkan antara jumlah semprotan yang diaplikasikan pada kaca mobil dapat mempengaruhi sifat *anti fogging* dan *self cleaning* yang diperoleh (Lono, 2010). Sedangkan pada penelitian tugas akhir ini digunakan bahan TiO_2 dan PEG 4000 untuk diaplikasikan pada kaca sehingga dapat memiliki kemampuan *self cleaning* dengan perbandingan komposisi TiO_2 yang digunakan.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dihadapi dalam tugas akhir ini adalah bagaimana pengaruh komposisi TiO_2 terhadap kemampuan sifat *self cleaning* pada kaca dengan menggunakan *dispersant* PEG 4000?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi TiO_2 terhadap kemampuan sifat *self cleaning* pada kaca dengan menggunakan *dispersant* PEG 4000, secara lebih khusus adalah untuk :

- Mengetahui pengaruh komposisi TiO_2 terhadap sifat hidrofilik.
- Mengetahui pengaruh komposisi TiO_2 terhadap sifat fotokatalisis.

1.4 Pendekatan Sistem

Agar penelitian tugas akhir ini memiliki ruang bahasan yang jelas, tanpa mengurangi tujuan penelitian tugas akhir maka ditetapkan pendekatan sistem sebagai berikut:

- TiO_2 yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah hasil sintesis sendiri dengan menggunakan bahan dasar TiCl_3 .
- Pengujian *self cleaning* dilakukan dengan memperhatikan sifat fotokatalisis dan hidrofilisitas lapisan.
- Hasil pelapisan TiO_2 pada kaca dianggap rata.
- Komposisi TiO_2 yang digunakan pada setiap sampel adalah dalam ukuran gram, dengan jumlah PEG dan kloroform sama.

1.5 Manfaat

Manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah didapatkan lapisan TiO_2 dengan *dispersant* PEG 4000 pada kaca memiliki sifat *self cleaning*.

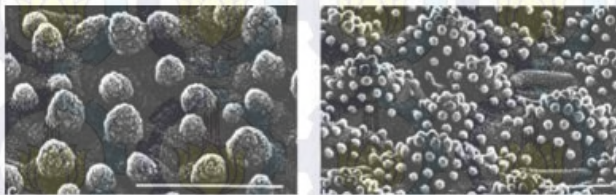
“Halaman ini Memang Dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Self Cleaning*

Beberapa sumber *self-cleaning* material adalah daun teratai, kaki *strider* air dan sayap jangkrik. *Self cleaning* mempunyai dua kategori, yaitu hidrofobik dan hidrofilik. Kedua jenis *self cleaning* tersebut dapat membersihkan permukaan suatu material dengan perbedaan perilakunya terhadap air. Jadi prinsip dasar dari *self cleaning* adalah sifat *superhydrophobic* atau *hydrophobic* dan efek fotokatalisis berdasarkan sifat *hydrophylic* atau *superhydrophilic*.

Pada berbagai macam penelitian tentang aplikasi suatu material seperti *self cleaning* dan anti-korosi, permukaan hidrofobik suatu material cenderung lebih menarik dimata para peneliti. Faktor kekasaran suatu permukaan merupakan faktor utama suatu material tergolong dalam hidrofobik atau tidak. Umumnya, faktor kekasaran permukaan suatu material tersebut dapat direkayasa dengan menggunakan partikel nano yang dapat disintesis sendiri dengan ukuran yang sama dan dapat diaplikasikan melalui metode Stober. Salah satu contoh bahan yang dapat digunakan untuk membuat material hidrofobik adalah polimer Fluorin yang mempunyai sudut kontak statis $> 130^\circ$. Gambar 2.1 merupakan contoh material hidrofobik yang dapat ditemui di alam.



Gambar 2.1 Elektron mikrograf dari daun ultrafobik. Nelumbo nucifera (skala 50 mikrometer, kiri) dan Hygroryza aristata (skala 20 mikrometer, kanan) (Ragesh, 2014)

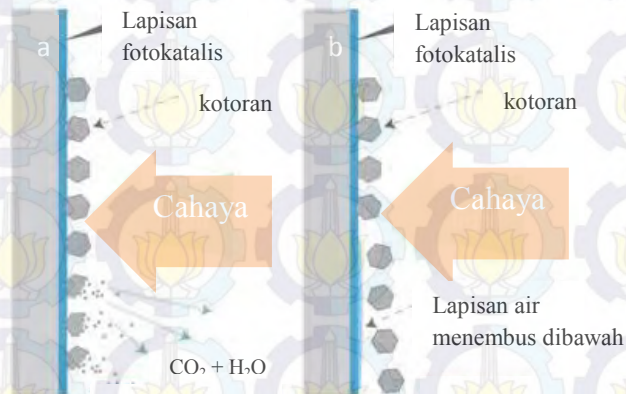
Selain permukaan hidrofobik, dalam *self cleaning* juga terdapat permukaan hidrofilik. Permukaan hidrofilik telah terbukti berguna dalam pemurnian air dan juga dalam industri cat. Proses *self cleaning* permukaan dilakukan dengan suatu cara yang disebut proses fotokatalisis, yang selanjutnya diikuti dengan pelapis air. Nilai keterbasahan suatu permukaan hidrofilik terbilang tinggi karena permukaan hidrofilik mempunyai sudut kontak sekitar 0° .

Proses fotokatalisis adalah proses dimana molekul kotoran organik dapat terurai dengan bantuan dari sinar matahari dan pelapis dari air yang mempunyai permukaan superhidrofilik (sudut kontak $\sim 0^\circ$), sehingga ketika diberi air, molekul kotoran akan ikut terbawa. Pemilihan TiO_2 sebagai bahan untuk fotokatalisis adalah karena TiO_2 tidak beracun, mudah didapatkan, murah, stabilitas kimia, serta sifat kimia dan fisika yang baik. TiO_2 mempunyai beberapa struktur utama yaitu struktur rutil, anatase dan brookite. Struktur yang memiliki sifat fotokatalitik tinggi adalah struktur anatase.

Terdapat dua mekanisme dalam proses *self cleaning* pada TiO_2 , yang pertama yaitu menggunakan sinar ultraviolet yang terdapat pada cahaya matahari langsung dimana sinar ultraviolet tersebut akan mendekomposisikan kotoran (fotokatalis) sehingga dapat menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan. Metode yang kedua yaitu dengan memanfaatkan oksidasi yang terjadi berkat radiasi UV sehingga mempengaruhi permukaan menjadi suka air atau yang biasa disebut *hydrophilic*.

TiO_2 yang telah dilapiskan pada sebuah kaca akan bekerja sebagai lapisan katalis yang nantinya akan akan bekerja setelah mendapatkan sinar UV dari matahari langsung dan menghasilkan sifat *self cleaning*. Material TiO_2 yang memiliki fasa anatase jika terkena sinar UV maka sudut kontak yang diperoleh bisa sangat rendah hingga mencapai $< 1^\circ$, bahan tersebut memiliki sifat yang unik, air pada permukaan TiO_2 akan terletak datar bukan membentuk tetesan. Jika pencahayaan dihentikan, perilaku hidrofilik dari permukaan TiO_2 dapat bertahan selama kurang lebih

dua hari. Selanjutnya, pencahayaan UV dari TiO_2 mengarah pada pembentukan agen yang kuat dengan kemampuan untuk mengoksidasi berbagai jenis bakteri organik dan bahan anorganik (Benedix, 2000). Pada gambar 2.6 ditunjukkan bahwa proses *self cleaning* terdapat dua mekanisme dimana pada bagian (a) terjadi proses dekomposisi kotoran yang menempel pada lapisan TiO_2 (*photocatalyst spreading layer*) setelah diberi cahaya matahari, begitu pula pada bagian (b) terjadi proses pengangkatan kotoran yang dibawa oleh air yang melewati di bawahnya.



Gambar 2.2 Proses *self cleaning* permukaan TiO_2 pada kaca, (a) kotoran terdekomposisi, (b) kotoran terbawa air

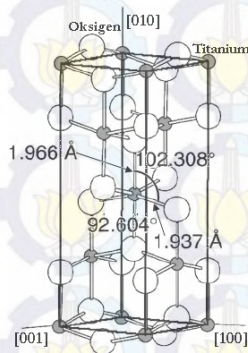
2.2 Titanium Dioksida (TiO_2)

Titanium dioksida (TiO_2) adalah material yang sering dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, salah satu contohnya yaitu untuk fotokatalis, pada sel surya untuk produksi hydrogen dan energi listrik, sebagai sensor gas, sebagai pigmen putih pada

cat dan produk kosmetik, sebagai pelindung korosi, untuk penjernih air, dan juga digunakan untuk *self cleaning* (Diebold, 2003).

TiO₂ merupakan bahan semikonduktor yang dapat mengalami proses fotokatalis dimana akan terjadi aktivasi kimia saat lapisan TiO₂ berinteraksi langsung dengan cahaya. Struktur TiO₂ yang umum digunakan ada tiga jenis yaitu rutile, anatase, dan brookite. Namun dari ketiga jenis struktur TiO₂ tersebut yang paling sering digunakan sebagai *self cleaning* adalah TiO₂ dengan struktur anatase, karena pada struktur ini TiO₂ memiliki sifat fotokatalisis yang paling baik. Selain itu efektivitas reaksi fotokatalis juga dipengaruhi oleh bentuk partikel dan ukurannya, ukuran partikel yang memiliki reaksi fotokatalis efektif yaitu pada ukuran nano 1-100 nm (Siti, 2011).

Bentuk struktur anatase adalah rantai oktahedra, sehingga pola susunan rantai oktahedronnya seperti pada Gambar 2.3, dimana tiap ion Ti⁴⁺ dikelilingi oleh atom O²⁻ sebanyak enam atom. Pada struktur anatase oktahedronnya memperlihatkan distorsi yang besar sehingga relatif tidak simetris dibandingkan dengan struktur rutile. TiO₂ dengan struktur anatase juga memiliki energi pita konduksi sedikit lebih rendah dari struktur rutile.

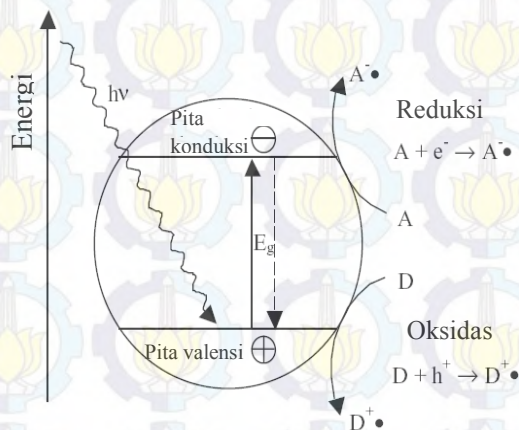


Gambar 2.3 Struktur kristal TiO₂ anatase (Diebold, 2003)

TiO₂ juga memiliki sifat yang stabil terhadap cahaya (tidak mudah mengalami fotodegradasi), memiliki kestabilan kimia yang cukup tinggi, dan aman (tidak beracun) oleh karena itu TiO₂ banyak digunakan sebagai fotokatalis.

2.3 Fotokatalis TiO₂

Teknologi fotokatalisis adalah kombinasi dari proses fotokimia dan katalis, dimana kedua proses tersebut terintegrasi untuk dapat melangsungkan suatu reaksi transformasi kimia. Reaksi transformasi tersebut terjadi pada permukaan bahan katalis semikonduktor yang terinduksi oleh sinar (Slamet, 2003). Sehingga dapat dikatakan bahwa fotokatalis merupakan proses aktivasi kimia dengan menggunakan cahaya. Fotokatalis dapat terjadi jika permukaan TiO₂ disinari oleh sinar ultraviolet, dimana sinar ultraviolet paling mudah didapatkan dari sinar matahari langsung atau dengan menggunakan lampu UV. Proses fotokatalis TiO₂ ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Proses fotokatalis TiO₂ (Benedix, 2000)

Struktur elektrolit ditandai dengan sebuah *valence band* (VB) *conduction band* (CB), perbedaan energi antara tingkat energi terendah dari CB dan tingkat energi tertinggi dari VB disebut sebagai energi *band gap*. Ketika material TiO₂ diberikan energi $h\nu$ sampai melebihi energi *band gap* yang dimilikinya, akan mengakibatkan electron (e⁻) pada pita valensi dipromosikan (naik) menuju pita konduksi dan meninggalkan *hole* (h⁺). TiO₂ yang merupakan semikonduktor, elektron-*hole* menyebar ke permukaan partikel katalitik (pasangan elektron-*hole* terjebak di permukaan) dan mengambil bagian dalam reaksi kimia dengan donor terserap (D) atau molekul akseptor (A). *Hole* dapat mengoksidasi molekul donor (2.1), sedangkan elektron di pita konduksi dapat mengurangi electron yang sesuai pada molekul akseptor (2.2).



Karakteristik dari semikonduktor oksida logam yang kuat adalah kekuatan oksidasi *hole* h⁺, semikonduktor tersebut dapat bereaksi dalam oksidasi elektron dengan air (2.3) untuk menghasilkan hidroksil radikal yang reaktif (OH•). Kedua *hole* dan hidroksil radikal tersebut yang dapat digunakan untuk mengoksidasi kontaminan yang paling organik. (Benedix, 2000)



Secara umum, oksigen di udara berperan sebagai penerima elektron (2.4) dengan membentuk ion super-oxide O₂•⁻. Ion super-oxide juga termasuk dalam partikel yang sangat reaktif, dimana ion tersebut mampu mengoksidasi material organik.

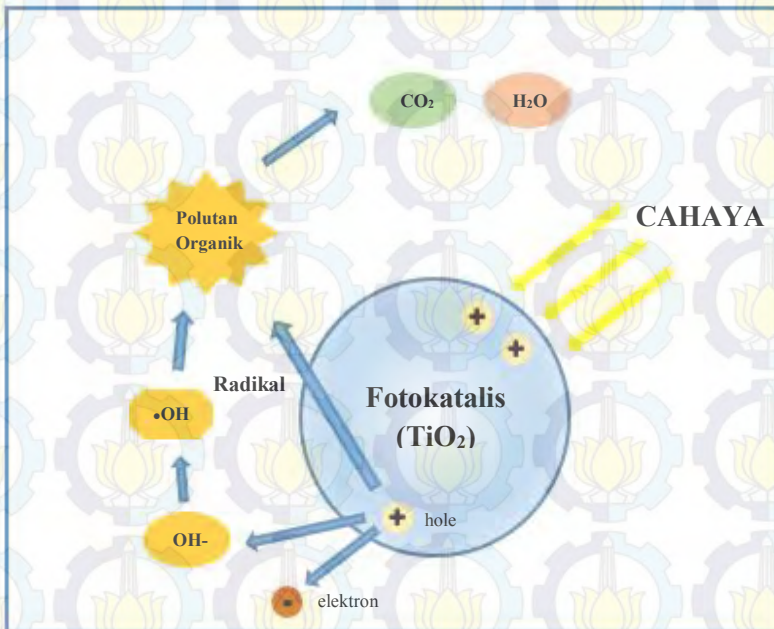


TiO₂ merupakan semikonduktor yang mempunyai *band gap* (E_g) sebesar 3,2 eV. Ketika material ini disinari cahaya dengan energi > 3.2 eV atau setara dengan 5,1269674560772 x 10⁻¹² erg (panjang gelombang $\lambda < 388$ nm), maka elektron akan naik dari

pita valensi menuju pita konduksi sehingga mengalami proses (2.5).



Radikal hidroksil merupakan oksidator kuat sehingga dapat mendegradasi senyawa organik menjadi CO_2 dan H_2O , begitu pula dengan *hole* juga dapat mendekomposisi senyawa organik secara langsung dikarenakan juga termasuk oksidator yang kuat, seperti yang ditunjukkan gambar 2.5.



Gambar 2.5 Degradasi senyawa organik pada proses fotokatalis TiO_2 (Bastian,-)

2.4 Polietilen Glikol (PEG)

Polietilen glikol (PEG) adalah suatu polimer yang umum digunakan pada pembuatan dispersi padat, selain itu polietilen glikol disebut juga makrogol yang merupakan polimer sintetik dari oksietilen dengan rumus struktur :



dimana nilai n merupakan jumlah rata-rata gugus oksietilen. Penamaan angka yang terletak di belakang PEG umumnya ditentukan dengan bilangan yang menunjukkan berat molekul yang dimiliki PEG tersebut dengan rentang umum yang digunakan yaitu antara 200-300000. Bentuk dari PEG berbeda-beda berdasarkan bobot molekulnya, untuk PEG dengan bobot molekul 200-600 berbentuk cair, PEG 1500 berbentuk semi padat, sedangkan PEG 3000-20000 atau lebih berbentuk padatan semi kristalin, dan pada bobot molekul yang lebih besar dari 100000 berbentuk seperti resin pada suhu kamar. Polietilen glikol memiliki titik leleh dan toksisitas rendah, mudah larut dalam berbagai pelarut, misalnya untuk PEG dengan bobot molekul 1000 atau lebih dapat larut dalam air atau pelarut organik seperti kloroform, alkohol, dan hidrokarbon aromatik. Kebanyakan yang sering digunakan yaitu PEG dengan bobot molekul 4000 sampai 20000, khususnya PEG 4000 dan PEG 6000 karena untuk membuat dispersi padat dengan menggunakan metode peleburan PEG 4000 ini lebih mudah dan murah (Fikri dan Sundani, 2006).

Katalis TiO_2 umumnya berbentuk padat sehingga partikelnya dapat mengalami penggumpalan secara mikroskopis. *Dispersant* atau zat pendispersi merupakan bahan yang berfungsi untuk mendispersikan partikel-partikel dalam suspensi yang cenderung lengket satu sama lain (menggumpal) agar tidak terjadi penggumpalan. Penambahan PEG dengan jumlah tertentu bertujuan sebagai zat pendispersi (*dispersant*) yang digunakan untuk meningkatkan sifat fotokatalis TiO_2 karena dapat mengurangi penggumpalan pada TiO_2 dan menjadikannya lebih homogen.

2.5 Sifat Optik Bahan

Sifat optik suatu bahan tergantung pada struktur bahan tersebut dan pemrosesannya, karena itulah setiap bahan mempunyai sifat optik yang berbeda-beda. Sifat optik suatu bahan menggambarkan respon suatu material terhadap medan elektromagnetik atau radiasi cahaya. Cahaya akan dipantulkan, dibiaskan, diserap dan diteruskan ketika melewati bahan transparan, yaitu bahan yang dapat ditembus oleh cahaya atau dalam bahasa sehari-hari adalah bahan tembus pandang. Sifat optik suatu bahan transparan dapat dibagi menjadi transmittansi dan absorbansi.

Jumlah berkas cahaya datang yang diserap oleh suatu bahan tidak bergantung pada intensitas berkas cahaya yang datang. Hal tersebut berlaku hanya untuk material yang di dalamnya tidak terjadi reaksi kimia atau proses fisis yang disebabkan oleh berkas cahaya yang datang tersebut. Dengan demikian, secara sederhana intensitas cahaya yang keluar dari suatu bahan (I) dapat dituliskan seperti berikut:

$$I = T \cdot I_o \quad (2.7)$$

dengan :

T = Transmittansi

I_o = Intensitas cahaya datang (lux)

I = Intensitas cahaya keluar (lux)

Maka nilai transmittansi suatu bahan dalam % adalah :

$$T (\%) = \frac{I}{I_o} \cdot 100\% \quad (2.8)$$

Ketika foton bertumbukan dengan atom-atom pada suatu material dan kehilangan energi pada elektron atom, pada saat itulah proses absorpsi terjadi. Pada saat itu, foton akan mengalami perlambatan bahkan berhenti ketika sudah masuk atau berada di dalam material. Energi foton tersebut kemudian diserap oleh atom-atom dalam material dan digunakan oleh elektron pada atom untuk melakukan transisi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Absorpsi menyatakan besarnya cahaya yang diserap oleh lapisan tipis dari total cahaya yang dipancarkan. Proses ini hanya terjadi jika selisih dari dua tingkat energi (ΔE) bersesuaian dengan energi foton yang datang, atau:

$$\Delta E = E_{foton} \quad (2.9)$$

Absorbansi dapat direpresentasikan menjadi banyaknya cahaya atau energi yang diserap oleh partikel di dalam material transparan. Secara umum, hubungan absorbansi dengan transmitansi dalam % dapat dinyatakan :

$$Abs = -\log \frac{I}{I_0} \quad (2.10)$$

2.6 Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan merupakan sifat permukaan zat cair yang berperilaku seperti selapis kulit tipis yang lentur akibat pengaruh tegangan. Pengaruh tegangan disebabkan oleh gaya Tarik menarik antar molekul di permukaan zat cair tersebut. Tegangan permukaan dapat juga diartikan sebuah gaya yang diakibatkan oleh benda yang bekerja pada permukaan zat cair sepanjang permukaan yang menyentuh benda tersebut. Tegangan permukaan dapat ditulis :

$$S = \frac{F}{L} \quad (2.11)$$

dimana F adalah gaya (newton) dan L adalah panjang (m).

Jika suatu antar muka zat gas-cair bersentuhan dengan permukaan zat padat, maka disitu terdapat tiga buah gaya antar muka antara zat cair dan gas, antara zat padat dan gas, serta antara zat padat dan zat cair. Pada persamaan (2.12) menunjukkan interaksi kesetimbangan yang terjadi.

$$\cos\theta = \frac{(\gamma_{sg}-\gamma_{sl})}{\gamma_{lg}} \quad (2.12)$$

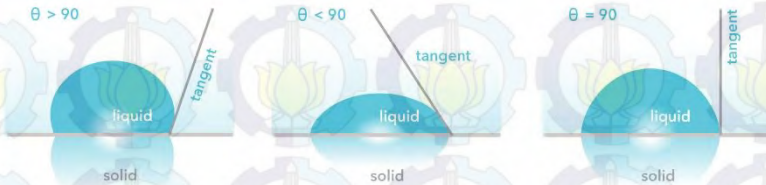
dimana :

θ = Sudut kontak

γ_{sg} = Tegangan permukaan padat-gas (mJ/m^2)

γ_{sl} = Tegangan permukaan padat-cair (mJ/m^2)

γ_{lg} = Tegangan permukaan cair-gas (mJ/m^2)



Gambar 2.6 Sudut kontak (Anonim, 2014)

Sudut kontak yang terbentuk (Gambar 2.6) memiliki nilai yang berbeda-beda, nilai sudut kontak yang kecil menunjukkan bahwa cairan menyebar pada permukaan sedangkan nilai sudut kontak yang besar semakin tidak menyebar. Jika sudut kontak di bawah 90° dapat dikatakan bahwa cairan semakin membasahi permukaan, saat sudut kontak mencapai 0° menunjukkan permukaan terbasahi secara sempurna. Jika sudut kontak lebih besar dari 90° , maka permukaan tidak basah oleh cairan. Selain itu

jika besar sudut kontak lebih dari 90° maka permukaan tersebut dapat disebut hidrofobik dan jika besar sudut kontak kurang dari 90° maka permukaan tersebut dapat disebut hidrofilik. Namun jika besar sudut kontak mencapai lebih dari 150° maka disebut permukaan ultra hidrofobik / super hidrofobik, dan jika besar sudut kontak mendekati 0° maka disebut permukaan super hidrofilik.

2.7 Energi Cahaya

Cahaya elektromagnetik dapat dipertimbangkan sebagai bentuk energi cahaya sebagai transfer gelombang. Panjang gelombang (λ) merupakan jarak antara dua gunung atau lembah. Banyaknya gelombang lengkap yang melewati suatu benda yang diam persatuan waktu diberi istilah frekuensi (ν). Panjang gelombang cahaya elektromagnetik bervariasi dari beberapa Å sampai beberapa meter. Untuk radiasi UV dan tampak (visible) digunakan satuan angstrom dan nanometer.

Hubungan antara energi dan panjang gelombang (λ) dapat ditulis sebagai :

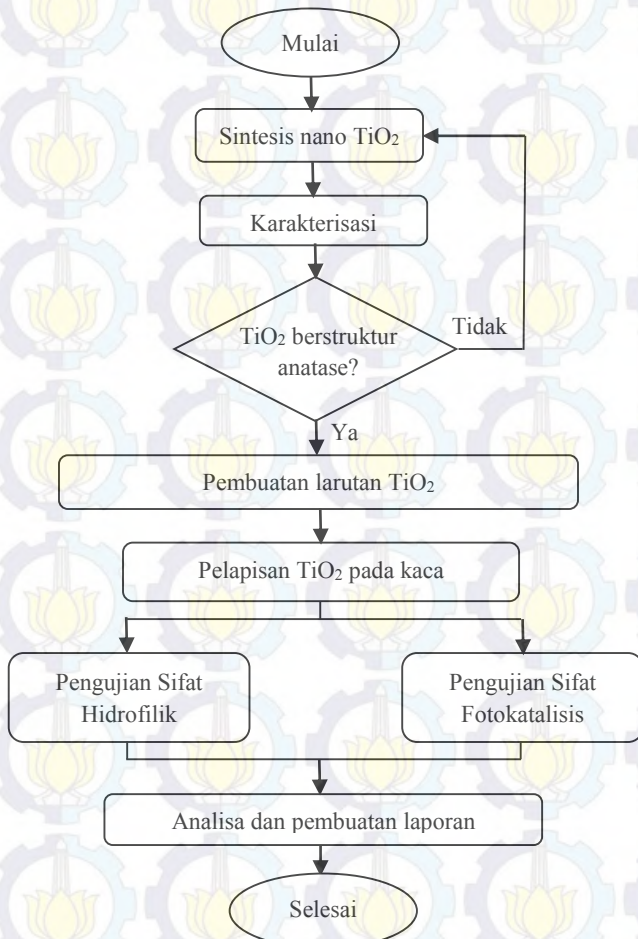
$$E = h \nu \quad (2.13)$$

Dimana E = energi cahaya (erg), h = konstanta Planck ($6,62 \times 10^{-27}$ erg det), c = kecepatan cahaya (3×10^{10} cm/s), dan λ = panjang gelombang.

Daerah UV sekitar 10 nm – 380 nm, namun paling banyak penggunaannya secara analitik dari 200 – 380 nm dan disebut sebagai UV pendek, dimana energi yang dimiliki sebesar $0,52263 \times 10^{-11}$ erg (3.26199 eV) sampai $0,993 \times 10^{-11}$ erg (6.19968 eV). Daerah tampak (visibel) sangat kecil, panjang gelombang yang dikaitkan dengan cahaya tampak tersebut dapat mempengaruhi selaput pelangi pada manusia. λ daerah tampak dari 380 nm - sekitar 780 nm. (Kristianingrum, -).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum penelitian tugas akhir ini terbagi dalam tiga tahap, yakni sintesis nano-TiO₂, preparasi sampel, dan pengujian *self cleaning*. Langkah-langkah tersebut seperti tampak pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian secara umum

3.1 Alat dan Bahan

Pengerjaan penelitian tugas akhir ini, memerlukan alat dan bahan. Alat-alat yang diperlukan dalam tugas akhir ini antara lain:

- *Magnetic Stirrer*

Magnetic stirrer digunakan saat proses sintesis TiO_2 dimana pada proses sintesis ini diperlukan pengadukan secara konstan dan pemanasan dengan suhu 40°C , sehingga memerlukan *magnetic stirrer* yang dapat melakukan kedua proses tersebut sekaligus, pengadukan dan pemanasan. Pada proses pembuatan larutan TiO_2 juga menggunakan *magnetic stirrer*.

- *Spin Bar*

Alat yang dicelupkan pada larutan dan digunakan untuk menerima putaran medan magnet dari *magnetic stirrer* sehingga larutan dapat teraduk secara konstan. *Spin bar* yang digunakan yaitu ukuran 4cm

- *Beaker Glass*

Beaker glass digunakan sebagai wadah saat melakukan sintesis. Ukuran *beaker glass* yang digunakan dengan ukuran 500 ml.

- Gelas Ukur

Digunakan untuk mengukur banyaknya bahan-bahan sintesis dengan tepat, agar hasil sintesis menjadi seperti yang diharapkan. Gelas ukur yang digunakan 10 ml.

- *Furnace*

Furnace digunakan saat melakukan kalsinasi TiO_2 untuk mendapatkan fasa TiO_2 yang diinginkan yaitu anatase.

- Mortar

Mortar digunakan untuk menghaluskan hasil kalsinasi TiO_2 sampai berbentuk serbuk yang halus.

- *Crucible* 100 ml

Digunakan saat melakukan proses kalsinasi yang dilakukan di dalam *furnace* dengan suhu 300°C .

- Neraca Digital

Neraca digital digunakan untuk melakukan pengukuran massa komposisi TiO_2 dan PEG 4000 yang akan digunakan.

- Kaca Bening Polos
Kaca ini yang akan digunakan sebagai sampel pada penelitian tugas akhir ini. Jenis kaca yang digunakan bening polos agar lebih mudah melihat perbedaan hasilnya saat pengujian.
- Kamera DSLR
Digunakan untuk mengambil gambar saat melakukan pengujian sifat hidrofilik.
- Penggaris
Digunakan sebagai alat untuk meratakan larutan TiO_2 pada kaca.
- Lampu Halogen
Sebagai sumber cahaya untuk pengukuran transmitansi.
- Monokromator
Untuk pengukuran transmitansi.

Adapun bahan-bahan yang diperlukan pada penelitian tugas akhir ini antara lain :

- Larutan TiCl_3
Merupakan bahan utama untuk sintesis TiO_2 dengan jumlah 10ml pada setiap kali sintesis.
- Larutan HCl dan NH_4OH
Bahan yang dibutuhkan untuk melakukan sintesis TiO_2 dengan banyaknya HCl yang dibutuhkan sebesar 20,3 ml dan banyaknya NH_4OH yang dibutuhkan sekitar 150-200 ml setiap kali sintesis.
- PEG 4000
PEG digunakan sebagai *dispersant* pada larutan TiO_2 yang akan dilapiskan pada sampel kaca.
- Kloroform
Bahan yang digunakan untuk mencampurkan PEG 4000 dengan TiO_2 agar menjadi larutan yang siap untuk dilapiskan pada sampel kaca.
- Aquades
Digunakan untuk mencuci hasil sintesis TiO_2 sampai tidak ada bau *ammonia* yang tersisa.

- Lumpur dan pewarna makanan
Digunakan sebagai pengotor pada sampel untuk melakukan uji *self cleaning*. Pewarna yang digunakan yaitu pewarna makanan berwarna hijau (Tartrazin (CI. 19140)).

3.2 Sintesis nano TiO₂

Pada penelitian tugas akhir ini TiO₂ yang digunakan adalah nano-TiO₂ yang disintesis sendiri dengan bahan utama dari TiCl₃. TiO₂ yang digunakan dalam penelitian ini yaitu TiO₂ dengan struktur 100% anatase. TiO₂ disintesis menggunakan metode *co-Precipitation* dimana TiCl₃ sebanyak 10 ml diaduk bersamaan dengan 4,7 ml aquades dan 0,3 ml HCl 37% menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 45 °C dengan kecepatan *magnetic stirrer* konstan selama 2-3 menit (Gambar 3.2a). Kemudian ditambahkan 20 ml HCl 37% dan ditunggu sampai larutan berwarna ungu encer (Gambar 3.2b). Setelah itu ditambahkan NH₄OH 25% sebanyak 50 ml dan terus diaduk selama 5 menit, kemudian putaran *magnetic stirrer* dimatikan sementara selama 5 menit dalam kondisi suhu tetap 45°C. Larutan diaduk kembali dengan menambahkan lagi NH₄OH sebanyak 50 ml setiap 5 menit sampai larutan berubah warna menjadi putih dan menghasilkan endapan (Gambar 3.2c).

Larutan tersebut didiamkan sekitar satu hari hingga semua endapan yang dihasilkan mengendap di dasar *beaker glass*, kemudian dilakukan pencucian menggunakan aquades hingga bau *ammonia* (NH₄OH) hilang. Endapan yang sudah tidak berbau *ammonia* tersebut kemudian dikalsinasi pada suhu 300 °C selama 4 jam untuk mendapatkan fasa 100% anatase. Hasil kalsinasi tersebut dihaluskan dengan menggunakan mortar sampai menjadi bubuk TiO₂ yang halus. Sintesis TiO₂ dilakukan beberapa kali hingga mendapatkan jumlah TiO₂ yang dibutuhkan pada penelitian ini.

Karakterisasi TiO₂ diperlukan untuk menentukan hasil sintesis TiO₂ yang telah dilakukan memiliki fasa 100% anatase atau tidak. Karakterisasi dilakukan dengan uji *X-ray diffraction* (XRD) yang dilakukan di jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS. Uji XRD ini didapatkan data berupa grafik yang menunjukkan *peak*

posisi dari TiO_2 yang digunakan pada nilai berapa, nilai tersebut nantinya yang akan menunjukkan TiO_2 tersebut berstruktur anatase atau tidak dengan mengacu pada JCPDS 89-4921. Selain itu pada uji XRD didapat nilai FWHM untuk mencari ukuran partikel TiO_2 , dengan menggunakan rumus:

$$\text{Ukuran partikel} = \frac{(0,89 \times 0,15406)}{\text{FWHM(rad)} \times \cos(\text{theta rad})} \quad (3.1)$$

dimana, nilai 0,89 adalah konstanta, dan nilai 0,15406 Å adalah panjang gelombang sinar-x yang digunakan pada pengujian XRD. Proses sintesis TiO_2 dapat ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir proses sintesis TiO_2



Gambar 3.3 Proses pembuatan TiO_2 , (a) Pencampuran 10 ml TiCl_3 , 4,7 ml aquades, dan 0,3 ml HCl 37% (b) Penambahan pertama 50 ml NH_4OH 25% (c) Larutan berwarna putih dan menghasilkan endapan

3.3 Preparasi Sampel

Setelah sintesis TiO_2 selesai dan strukturnya sesuai dengan harapan, maka dilakukan preparasi sampel. dalam tugas akhir ini preparasi sampel meliputi dua tahap yaitu membuat larutan TiO_2 yang akan dilapiskan dan kemudian melapiskannya pada kaca untuk dapat diuji karakteristiknya.

3.3.1 Pembuatan larutan TiO_2

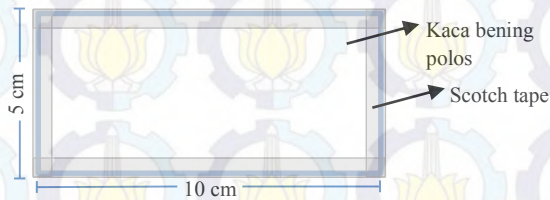
Larutan TiO_2 yang akan diaplikasikan dibuat dengan mencampurkan 10 gram PEG 4000 dan 25 ml kloroform yang diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu kamar selama 5 menit sampai seluruh PEG larut sepenuhnya dan tidak ada gumpalan. Kemudian bubuk TiO_2 dimasukkan dan terus diaduk sampai merata selama 5 menit. Komposisi bubuk TiO_2 yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0 gram, 1 gram, 1,5 gram, 2 gram, 2,5 gram, dan 3 gram dengan jumlah PEG dan kloroform yang sama setiap sampelnya.

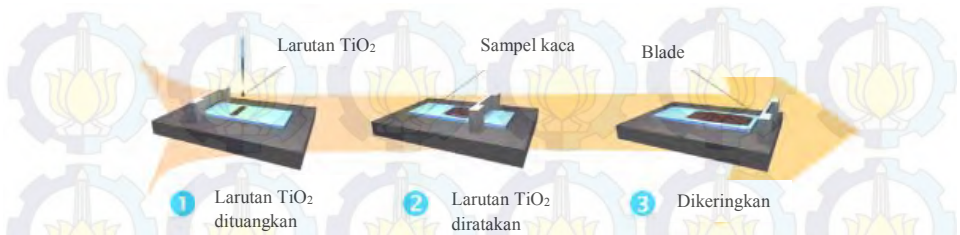
Tabel 3.1 Kode Sampel

Kadar TiO ₂ (gram)	Sampel ke-		
	1	2	3
0	A1	B1	C1
1	A2	B2	C2
1,5	A3	B3	C3
2	A4	B4	C4
2,5	A5	B5	C5
3	A6	B6	C6

3.3.2 Pelapisan TiO₂ pada kaca

Kaca yang digunakan pada penelitian ini yaitu kaca bening polos dengan dimensi 10 cm x 5 cm x 0,3 cm, dan jumlah kaca yang digunakan yaitu 3 buah pada setiap kondisinya. Sebelum larutan TiO₂ diaplikasikan, permukaan kaca dibersihkan menggunakan alkohol agar semua kotoran atau debu yang menempel pada kaca hilang dan bersih, kemudian pada pinggiran setiap sisinya ditemplei dengan *scotch tape* (Gambar 3.3). Penempelan *scotch tape* ini digunakan untuk membuat cetakan yang nantinya akan diaplikasikan dengan larutan TiO₂. Pelapisan larutan TiO₂ ini mengacu pada teknik *Doctor Blade* (Gambar 3.4), dimana larutan TiO₂ dituangkan pada kaca yang telah diberi cetakan dengan menggunakan pipet tetes, kemudian diratakan dengan menggunakan penggaris dalam satu tarikan. Kaca yang telah dilapisi TiO₂ ditunggu hingga kering dengan hanya diangin-anginkan tanpa harus dijemur sekitar satu hari sampai seluruh lapisannya kering merata.

**Gambar 3.4** Dimensi sampel kaca



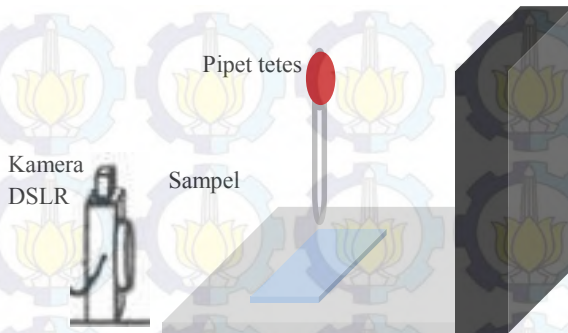
Gambar 3.5 Teknik *doctor blade* (Antoine and Angela, 2013)

3.4 Pengujian *Self Cleaning*

Setelah sampel siap, berikutnya adalah proses pengujian. Dalam tugas akhir ini pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat hidrofilik dan pengujian sifat fotokatalisis.

3.4.1 Pengujian sifat hidrofilik

Pengujian sifat hidrofilik ini merupakan uji untuk menentukan sudut kontak yang terbentuk antara permukaan kaca dan garis tangensial jari-jari butiran air. Pada pengujian ini menggunakan air yang diteteskan dengan menggunakan pipet tetes. Untuk melihat hasil butiran air yang menempel pada kaca, butiran air tersebut difoto tampak samping dengan menggunakan kamera DSLR yang telah diatur untuk dapat mengambil sekitar 2-3 gambar dalam satu detik untuk mendapatkan gambar butiran air yang tepat saat jatuh pada permukaan kaca. Hasil gambar yang didapatkan kemudian dilakukan pengukuran sudut kontak dengan cara manual menggunakan busur. Pengukuran dilakukan dengan tiga kondisi yang berbeda berdasarkan cahaya matahari yang dapat diterima oleh sampel kaca. Tiga kondisi tersebut diwakili oleh di bawah sinar matahari, teras, dan didalam ruangan.



Gambar 3.6 Pengujian sifat hidrofilik

3.4.2 Pengujian sifat fotokatalisis

Pengujian sifat fotokatalisis pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan penjemuran di bawah sinar matahari untuk sampel dengan pengotor lumpur dan pewarna, dengan pencelupan cepat ke dalam air, serta penyinaran dengan lampu UV. Pengujian dilakukan dengan menimbang berat setiap sampel kemudian memberikan pengotor berupa lumpur dengan berat lumpur yang diberikan sebesar 0,5 gram. Untuk pengujian di bawah sinar matahari, sampel yang sudah diberikan pengotor kemudian dijemur di bawah sinar matahari langsung dengan lama penjemuran 40jam, dan setiap 10 jam sampel ditiup untuk menghilangkan debu atau kotoran yg sudah mengelupas dan kemudian dilakukan pengambilan gambar untuk melihat perbedaan yang terjadi. Setelah dilakukan penjemuran selama 40 jam, sampel ditimbang kembali dan mengurangi nilai berat awal dengan nilai berat akhir pada setiap sampel untuk mengetahui seberapa banyak pengotor yang hilang. Kemudian dari enam sampel yang diuji dibandingkan sampel mana yang memiliki sifat *self cleaning* yang baik dengan melihat sisa jumlah pengotor yang paling sedikit.

Pengujian *self cleaning* yang kedua dilakukan dengan mencelup cepat ke dalam air. Sampel yang digunakan pada uji ini yaitu sampel yang telah melalui uji *self cleaning* yang pertama, sehingga dengan kata lain pengujian dengan dicelupkan ke dalam

air ini merupakan kelanjutan pengujian sebelumnya. Berat akhir sampel dari pengujian *self cleaning* dengan dijemur di bawah sinar matahari langsung dijadikan sebagai nilai berat awal untuk pengujian *self cleaning* ini. Sampel tersebut dicelupkan ke dalam air sampai seluruh bagian yang kotor tercelup dan langsung dikeluarkan kembali sesaat setelah seluruh bagian yang kotor tercelup. Setelah itu sampel yang masih basah ditunggu sampai kering agar dapat mengetahui nilai berat akhir sampel tanpa adanya air sedikitpun yang menempel, agar data yang dihasilkan valid karena berat awal sampel diukur dalam keadaan kering sehingga untuk berat akhir sampel juga harus diukur dalam keadaan kering. Sampel yang sudah kering tersebut kemudian ditimbang kembali untuk mengetahui berat akhir dari sampel. Berat awal dari sampel dikurangi dengan hasil berat akhir akan menjadi nilai berat pengotor yang hilang terangkat air, nilai tersebut yang nantinya digunakan untuk mengetahui sampel mana yang dapat menghilangkan pengotor lumpur lebih baik jika dicelupkan ke dalam air.

Pengujian *self cleaning* yang ketiga dilakukan dengan menaruh enam sampel di bawah pancaran sinar lampu UV. Sampel yang digunakan yaitu sampel yang telah diberi pengotor yang sama dengan pengujian sebelumnya yaitu ditambahkan lumpur sebanyak 0,5 gram dan ditunggu sampai kering sebelum diletakkan di bawah lampu UV. Lapisan TiO_2 dapat mendekomposisi kotoran yang terdapat di atasnya jika lapisan TiO_2 terkena pancaran sinar UV, oleh karena itu pengujian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan lampu UV terhadap sifat *self cleaning* yang dihasilkan dibandingkan dengan dijemur langsung di bawah sinar matahari. Wadah yang digunakan untuk pengujian ini yaitu menggunakan kardus yang telah dibuat sedemikian rupa agar dapat dipasang lampu UV, jarak antara sampel dengan lampu UV adalah 5cm. lampu UV dinyalakan non-stop selama 40jam dengan keadaan kardus tertutup agar sinar yang diterima oleh sampel hanya sinar dari lampu UV itu saja. Setelah 40jam sampel dikeluarkan dan dilakukan pengambilan gambar untuk membandingkan dengan

keadaan sebelumnya, kemudian sampel ditimbang untuk melihat seberapa banyak jumlah pengotor yang hilang.

Pengujian *self cleaning* yang terakhir dilakukan dengan memberikan pengotor berupa pewarna pada permukaan sampel, pewarna yang digunakan yaitu pewarna makanan berwarna hijau. Pewarna yang akan ditetaskan pada sampel dibuat dengan mencampurkan pewarna dan air dengan perbandingan 50:50, kemudian pewarna ditetaskan sebanyak 1 tetes di atas sampel menggunakan pipet tetes, diratakan secara manual membentuk lingkaran dan ditunggu sampai kering. Sebelum dilakukan penjemuran, semua sampel yang telah siap diukur terlebih dahulu nilai intensitas cahaya sebelum masuk dan intensitas cahaya keluar dari sampel yang tertutup pewarna dengan menggunakan luxmeter. Sumber cahaya yang digunakan yaitu laser He-Ne, dan dari hasil yang didapatkan dihitung nilai absorbansi dan transmitansi awal dari sampel sebelum dijemur. Setelah itu sampel dijemur di bawah sinar matahari langsung selama 40 jam. Setelah proses penjemuran selesai dilakukan lagi pengukuran intensitas cahaya sebelum masuk dan intensitas cahaya keluar dari sampel yang tertutup warna dan diperoleh nilai absorbansi serta transmitansi setelah penjemuran. Nilai absorbansi dan transmitansi sebelum penjemuran dan setelah penjemuran dibandingkan untuk melihat perbedaan degradasi warna yang terjadi pada pewarna yang menempel pada lapisan TiO_2 .

Dalam pengujian ini dilakukan juga pengambilan data nilai transmitansi untuk sampel yang sudah dijemur selama 40 jam kemudian dijemur kembali selama 10 jam dan dilakukan pengambilan data. Namun pada pengambilan data ini dilakukan dengan tiga cara yaitu menggunakan laser He-Ne saja, menggunakan laser He-Ne dengan ditambahkan lensa untuk memperbesar luas permukaan cahaya laser, dan menggunakan lampu halogen yang disambungkan dengan monokromator. Ketiga cara ini dilakukan untuk melihat apakah hasil ketiga hasil pengujian memiliki tren yang sama.

Tabel 3.2 Kode Sampel yang Digunakan untuk Pengujian

Kadar TiO ₂ (gram)	Penjemuran di bawah sinar matahari (lumpur)	Penjemuran di bawah sinar matahari (pewarna)	Penyinaran dengan lampu UV
0	A1	B1	C1
1	A2	B2	C2
1,5	A3	B3	C3
2	A4	B4	C4
2,5	A5	B5	C5
3	A6	B6	C6

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

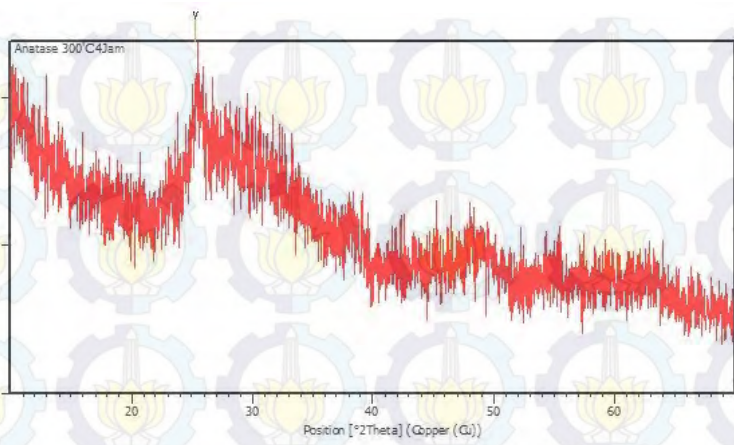
Berikut ini adalah hasil dan pembahasan dari karakteristik TiO serta karakteristik *self cleaning* yang meliputi Pengujian sifat hidrofilik dan pengujian sifat fotokatalisis :

4.1 TiO₂ Hasil Sintesis

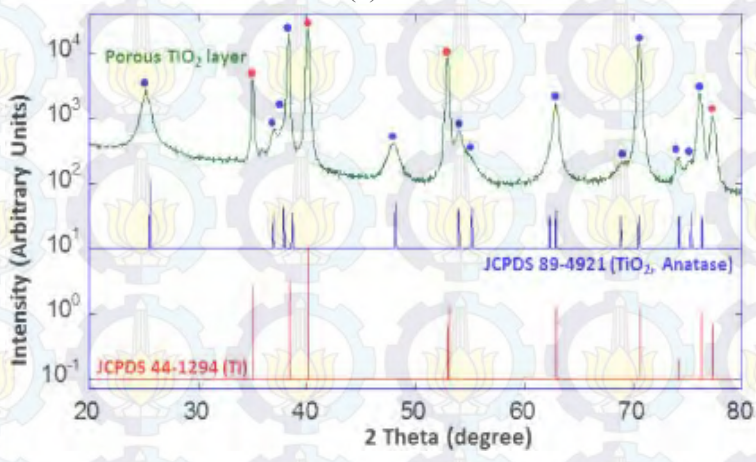
TiO₂ yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah hasil dari sintesis sendiri dengan menggunakan bahan utama TiCl₃. Struktur TiO₂ diharapkan 100% anatase dan berukuran nano, dilakukan pengujian XRD untuk mengetahuinya dan hasil grafik yang diperoleh ditunjukkan Gambar 4.1 (a). Untuk mengetahui hasil yang didapatkan memiliki struktur anatase, grafik pada Gambar 4.1 (a) dibandingkan dengan grafik pada gambar 4.1 (b) dimana grafik tersebut didapatkan dari JCPDS 89-4921 untuk TiO₂ anatase.

Hasil uji XRD didapatkan puncak terletak pada angka 25,2577 kemudian dibandingkan dengan acuan JCPDS 89-4921 untuk TiO₂ anatase dimana pada grafik acuan terlihat bahwa untuk TiO₂ anatase terdapat puncak pada nilai sekitar 25, hal tersebut dapat menunjukkan bahwa TiO₂ hasil sintesis sendiri untuk penelitian tugas akhir ini memiliki struktur anatase.

Dari grafik hasil XRD tersebut juga didapatkan beberapa nilai yang ditunjukkan pada tabel 4.1, dimana dari nilai-nilai tersebut dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan ukuran partikel dari TiO₂ tersebut. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan ukuran partikel TiO₂ dalam penelitian tugas akhir ini sebesar 8,2233 nm.



(a)



(b)

Gambar 4.1 (a) Hasil uji XRD nano-TiO₂, (b) acuan untuk TiO₂ anatase (Samah, 2013).

Tabel 4.1 *Peak List Uji XRD*

Position [°2Theta.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Theta.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
25.2577	19,54	0,9792	3,52323	100

4.2 Hasil Pengujian Sifat Hidrofilik

Hasil pengujian sifat hidrofilik ini yaitu nilai sudut kontak yang dihasilkan pada kaca berlapis TiO_2 . Pengukuran sudut kontak ini dilakukan ditiga kondisi yang berbeda yaitu di bawah sinar matahari langsung, di teras, dan di dalam ruangan. Sampel yang digunakan yaitu sampel dengan kode A1 sampai A6. Nilai sudut kontak pada kaca berlapis TiO_2 yang didapatkan seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sudut Kontak pada Permukaan Kaca Berlapis TiO_2

no	Komposisi TiO_2 (gram)	Sudut kontak ($^\circ$)		
		di bawah sinar matahari	teras	dalam ruangan
1	0	20	20	20
2	1	16,5	18,5	19,5
3	1,5	20,5	22	23
4	2	22	24,5	27
5	2,5	24	26	28
6	3	26	28	30

4.3 Hasil Pengujian Sifat Fotokatalisis

Pada pengujian sifat fotokatalisis ini dilakukan pengecekan fisik dan pengurangan pengotor dengan beberapa cara, pertama dengan penjemuran di bawah sinar matahari langsung selama 40 jam dengan pengotor lumpur, kemudian dilanjutkan dengan pencelupan ke dalam air. Kedua dengan penyinaran menggunakan lampu UV selama 40 jam dengan pengotor lumpur, kemudian dilakukan pencelupan ke dalam air. Ketiga dengan penjemuran di bawah sinar matahari langsung selama 40 jam dengan pengotor pewarna makanan.

4.3.1 Pengujian dengan penjemuran di bawah sinar matahari langsung dan pencelupan

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu dengan menjemur di bawah sinar matahari langsung sampel kaca yang telah diberi pengotor lumpur sebanyak 0,5 gram selama 40 jam dan dilakukan pengambilan gambar setiap 10 jam. Kode sampel yang digunakan pada pengujian *self cleaning* ini secara berurutan yaitu (A1) komposisi TiO_2 0 gram, (A2) komposisi TiO_2 1 gram, (A3) komposisi TiO_2 1,5 gram, (A4) komposisi TiO_2 2 gram, (A5) komposisi TiO_2 2,5 gram, (A6) komposisi TiO_2 3 gram.

Pengotor pada sampel A6 saat penjemuran selama 10 jam sudah mengalami pengurangan lumpur yang melekat pada beberapa bagian, namun masih belum terjadi pada sampel yang lain. Sampel lain mulai mengalami pendekomposisi pengotor yang menempel pada lapisan TiO_2 saat memasuki penjemuran 20 jam. Pada kondisi akhir penjemuran selama 40 jam, seluruh sampel ditimbang untuk mengetahui seberapa banyak jumlah pengotor lumpur yang hilang, dan didapatkan sampel dengan pengotor lumpur yang paling banyak hilang adalah sampel A6 dengan komposisi TiO_2 sebesar 3 gram.

Setelah pengujian pertama selesai, dilanjutkan dengan pengujian kedua dimana pada pengujian ini dilakukan pencelupan ke dalam air untuk semua sampel yang telah melalui pengujian pertama dengan penjemuran di bawah sinar matahari langsung selama 40 jam. Sampel yang sudah dicelupkan kemudian ditunggu hingga kering sampai semua kadar airnya habis agar bisa didapatkan berat pengotornya saja. Setelah itu dilakukan penimbangan untuk mengetahui seberapa banyak pengotor lumpur yang hilang. Data dari hasil pengujian *self cleaning* dengan penjemuran di bawah sinar matahari langsung selama 40 jam dan dengan pencelupan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian dengan Penjemuran di Bawah Sinar Matahari Langsung dan Pencelupan

No	Komposisi TiO ₂ (gram)	Massa pengotor (gram)			Pengotor yang hilang (%)	
		Awal	Akhir*	Akhir**	Setelah penjemuran	Setelah pencelupan
1	0	34,11	33,99	33,9	24	42
2	1	36,18	35,91	35,75	54	86
3	1,5	32,71	32,4	32,26	62	90
4	2	32,18	31,85	31,72	66	92
5	2,5	32,27	31,92	31,79	70	96
6	3	36,93	36,55	36,45	76	96

NB : * setelah 40 jam penjemuran

** setelah pencelupan

4.3.2 Pengujian dengan penyinaran menggunakan lampu UV dan pencelupan

Prinsip dari pengujian ini sama dengan pengujian yang pertama dan kedua, namun perbedaan dari pengujian ini sampel tidak dijemur di bawah sinar matahari namun dengan menyinari menggunakan lampu UV. Pengujian ini dilakukan untuk melihat perbedaan antara hasil fotokatalisis dengan penjemuran langsung di bawah sinar matahari dan dengan hanya dipancari sinar lampu UV. Pada pengujian ini sampel yang digunakan yaitu sampel dengan kode C1 hingga C6 dimana penjelasan kode sampel secara berurutan adalah (C1) komposisi TiO₂ 0 gram, (C2) komposisi TiO₂ 1 gram, (C3) komposisi TiO₂ 1,5 gram, (C4) komposisi TiO₂ 2 gram, (C5) komposisi TiO₂ 2,5 gram, dan (C6) komposisi TiO₂ 3 gram. Keenam sampel diberi pengotor berupa lumpur sebanyak 0,5 gram.

Setelah lumpur yang diberikan sudah kering kemudian semua sampel dimasukkan ke dalam tempat yang sudah dibuat sedemikian rupa dengan kondisi tertutup, dimana posisi lampu UV berjarak 5cm di atas sampel. Sampel disinari selama 40jam non-stop, setelah itu sampel ditimbang kembali untuk mengetahui berapa pengotor yang hilang. Setelah pengujian dengan penyinaran

selama 40 jam menggunakan lampu UV selesai, kemudian dilakukan pencelupan ke dalam air untuk semua sampel. Seperti pada pengujian kedua sampel yang telah dicelup ke dalam air ditunggu sampai kering agar bisa didapatkan berat pengotornya saja dan dilakukan penimbangan untuk mendapatkan nilai pengotor lumpur yang hilang. Tabel 4.4 menunjukkan nilai hasil pengujian menggunakan lampu UV dan pencelupan.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Menggunakan Lampu UV dan Pencelupan

No	Komposisi TiO ₂ (gram)	Massa pengotor (gram)			Pengotor yang hilang (%)	
		Awal	Akhir*	Akhir**	Setelah penyinaran	Setelah pencelupan
1	0	34,25	34,24	34,15	2	20
2	1	36,81	36,79	36,57	4	48
3	1,5	32,54	32,51	32,28	6	52
4	2	33,04	33	32,74	8	60
5	2,5	34,57	34,53	34,24	8	66
6	3	36,28	36,2	35,91	16	74

NB : * setelah 40 jam penyinaran

** setelah pencelupan

4.3.3 Pengujian dengan pengotor berupa pewarna

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan pengotor berupa pewarna makanan berwarna hijau. Pada pengujian ini dilakukan pengukuran intensitas cahaya sebelum masuk dan intensitas cahaya keluar dari sampel yang tertutup pewarna sebanyak dua kali yaitu pada saat sebelum dijemur dan setelah dijemur 40 jam. Dimana dari pengukuran tersebut akan didapatkan nilai absorbansi dan transmitansi sebelum dijemur dan setelah dijemur, nilai tersebut akan digunakan sebagai perbandingan untuk melihat sampel mana yang mengalami degradasi warna yang paling besar. Sampel yang digunakan pada pengujian ini adalah sampel dengan kode sampel B1 sampai B6 dimana penjelasan kode sampel secara berturut-turut

adalah (B1) komposisi TiO_2 0 gram, (B2) komposisi TiO_2 1 gram, (B3) komposisi TiO_2 1,5 gram, (B4) komposisi TiO_2 2 gram, (B5) komposisi TiO_2 2,5 gram, dan (B6) komposisi TiO_2 3 gram. Tabel 4.5 menunjukkan hasil perhitungan transmitansi dan absorptansi awal serta transmitansi dan absorptansi akhir.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Transmitansi dan Absorptansi

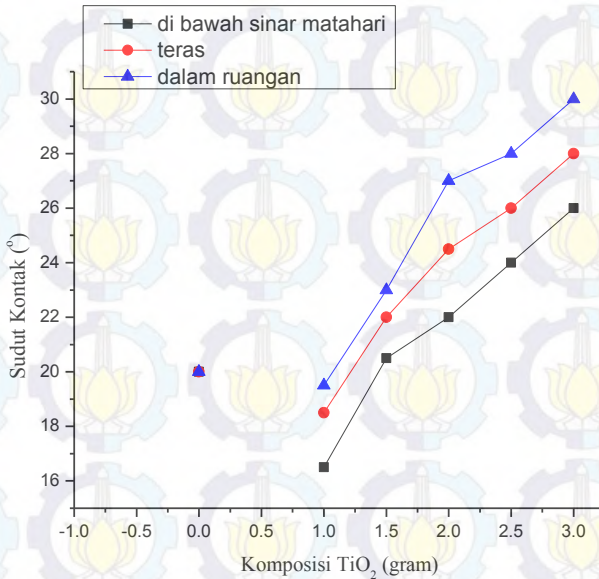
No	Komposisi TiO_2 (gram)	Absorptansi			Transmitansi		
		Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih
1	0	2,39	2,3	-0,09	0,004	0,005	0,001
2	1	2,39	0,434	-1,956	0,004	0,368	0,364
3	1,5	2,3	0,429	-1,871	0,005	0,372	0,367
4	2	2,3	0,407	-1,893	0,005	0,391	0,386
5	2,5	2,3	0,343	-1,957	0,005	0,453	0,448
6	3	2,3	0,226	-2,074	0,005	0,593	0,588

4.4 Pembahasan

Setelah didapatkan hasil dari beberapa pengujian yang telah dianalisa, dilakukan pembahasan mengenai pengaruh komposisi TiO_2 terhadap sudut kontak, pengaruh komposisi TiO_2 terhadap hilangnya pengotor, dan pengaruh komposisi TiO_2 terhadap gradasi warna pengotor.

4.4.1 Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap sudut kontak

Sudut kontak yang dihasilkan pada permukaan TiO_2 dipengaruhi oleh konsentrasi TiO_2 yang digunakan serta kondisi pengukurannya. Berdasarkan data yang telah diperoleh (tabel 4.2) dapat dibuat dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap sudut kontak pada permukaan kaca berlapis TiO_2

Pada gambar 4.2 menunjukkan hasil pengukuran sudut kontak pada permukaan kaca berlapis TiO_2 , dimana pada komposisi TiO_2 1 gram memiliki sudut kontak yang paling kecil dibandingkan dengan komposisi TiO_2 yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi dari TiO_2 yang dilapiskan pada kaca berpengaruh terhadap sudut kontak yang dibentuk. Kemudian nilai sudut kontak yang dihasilkan pada komposisi TiO_2 1 gram yaitu sebesar $16,5^\circ$ untuk pengukuran di bawah sinar matahari, $18,5^\circ$ untuk pengukuran di teras, dan $19,5^\circ$ untuk pengukuran di dalam ruangan dengan penerangan lampu. Berdasarkan hasil yang didapat, kondisi pengukuran juga sangat berpengaruh terhadap sudut kontak yang dihasilkan, dimana ketiga kondisi yang digunakan mendapatkan pancaran sinar matahari yang berbeda-beda. Nilai sudut kontak untuk tempat yang terkena sinar matahari langsung memiliki sudut kontak yang terkecil, hal tersebut dikarenakan TiO_2 saat mengenai

sinar matahari akan mengalami proses fotokatalis dimana dengan adanya proses tersebut yang akan membuat sudut kontak air akan semakin mengecil sehingga menjadi semakin *hydrophilic*.

4.4.2 Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap hilangnya pengotor

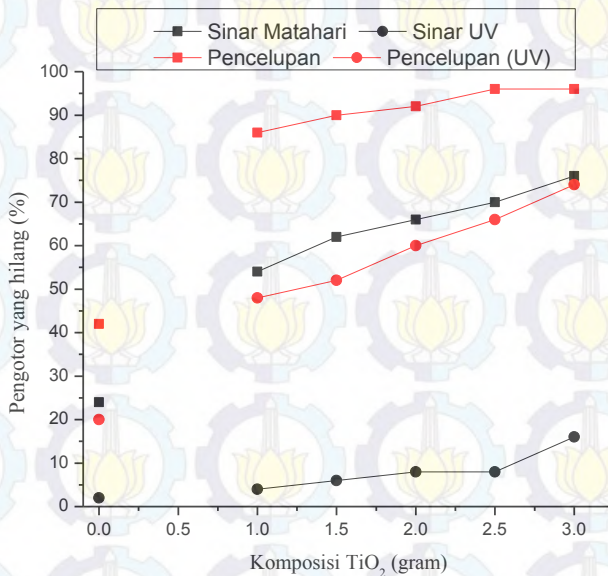
Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap hilangnya pengotor dapat ditunjukkan dari dua pengujian yang telah dilakukan, yaitu pengujian dengan penjemuran 40 jam di bawah sinar matahari langsung dan pencelupan ke dalam air, serta pengujian dengan penyinaran 40 jam menggunakan lampu UV dan pencelupan ke dalam air.

Berdasarkan data yang tertera pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa sampel dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram yang paling banyak kehilangan pengotor setelah dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari selama 40 jam, yaitu sebanyak 76% dari berat pengotor semula yaitu 0,5 gram, semua sampel juga mengalami pengurangan pengotor. Untuk nilai pengotor yang hilang setelah dilakukan pencelupan ke dalam air, nilai tertinggi terdapat pada sampel A5, dan A6 dengan komposisi TiO_2 sebanyak, 2,5 gram, dan 3 gram, yaitu dengan nilai 96%. Kedua sampel tersebut memiliki nilai jumlah pengotor yang hilang tertinggi dibandingkan dengan sampel yang lain. Pada pengujian dengan pencelupan ke dalam air ini bisa terdapat dua sampel yang memiliki nilai yang sama dapat dikarenakan lapisan pengotor lumpur yang menempel pada setiap sampel memiliki kondisi yang berbeda-beda sehingga saat dicelupkan ke dalam air pengotor lumpur yang hilang akan berbeda. Berdasarkan data tersebut dapat terlihat bahwa semakin banyak komposisi TiO_2 , pengotor yang hilang juga semakin banyak sehingga dapat dibuat grafik seperti gambar 4.3.

Berdasarkan data pada tabel 4.4 didapatkan nilai yang paling besar untuk jumlah pengotor yang hilang setelah dilakukan penyinaran selama 40 jam menggunakan lampu UV adalah pada sampel dengan komposisi TiO_2 sebesar 3 gram dengan nilai 16%. Pada Tabel 4.4 juga terlihat ada dua kondisi dimana nilai pengotor yang hilang bernilai sama sebesar 8% yaitu pada sampel dengan

komposisi TiO_2 sebesar 2 gram dan 2,5 gram. Hal tersebut dapat dikarenakan timbangan yang digunakan hanya memiliki nilai akurasi dua angka di belakang koma sehingga hasil perhitungan kemungkinan dapat memiliki nilai yang sama.

Sedangkan untuk nilai pengotor yang hilang setelah dilakukan pencelupan ke dalam air, berdasarkan Tabel 4.4 didapatkan nilai pengotor yang hilang paling besar adalah sampel dengan komposisi TiO_2 sebesar 3 gram yaitu 74% dari keseluruhan pengotor yang diberikan. Hasil dari penyinaran UV dan pencelupan ke dalam air tersebut juga ditunjukkan pada Gambar 4.3.



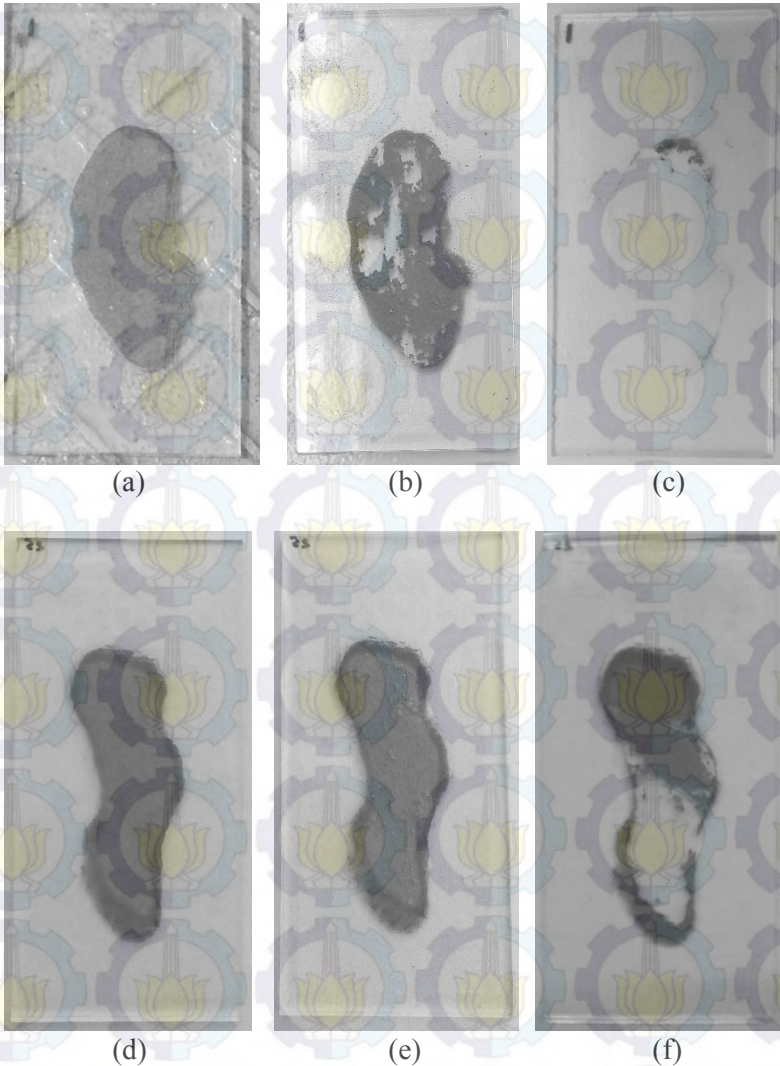
Gambar 4.3 Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap pengotor yang hilang

Pada pengujian dengan penjemuran di bawah sinar matahari selama 40 jam dan pencelupan ke dalam air, salah satu contoh sampel yang dapat terlihat perbedaannya saat sebelum penjemuran, setelah penjemuran, dan setelah dicelup adalah sampel A2 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 1 gram, hasil visual dapat dilihat pada

Gambar 4.4. Pada saat sebelum dijemur kondisi pengotor lumpur masih utuh menutupi sebagian sampel (Gambar 4.4.a), setelah dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari langsung selama 40 jam ada beberapa bagian pengotor yang hilang akibat proses fotokatalisis TiO_2 (Gambar 4.4.b), setelah dilakukan proses penjemuran sampel dicelupkan kedalam air sehingga terlihat semakin banyak pengotor yang terangkat oleh air (Gambar 4.4.c).

Pada pengujian dengan penyinaran menggunakan lampu UV selama 40 jam dan pencelupan ke dalam air, salah satu contoh sampel yang dapat terlihat perbedaannya saat sebelum penyinaran, setelah penyinaran, dan setelah dicelup adalah sampel B5 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 2.5 gram, hasil visual dapat dilihat pada Gambar 4.6. Pada saat sebelum dijemur kondisi pengotor lumpur masih utuh menutupi sebagian sampel (Gambar 4.4.d), setelah dilakukan penyinaran dengan menggunakan lampu UV selama 40 jam non-stop ada sedikit sekali bagian pengotor yang hilang dibagian pinggir (Gambar 4.4.e), setelah dilakukan proses penyinaran sampel dicelupkan ke dalam air sehingga terlihat banyak pengotor yang terangkat oleh air (Gambar 4.4.f).

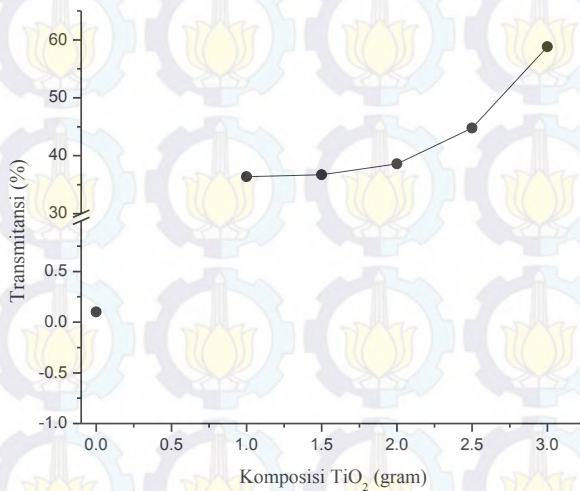
Sampel yang melalui penjemuran di bawah sinar matahari langsung selama 40 jam (Gambar 4.4.b) memiliki sifat *self cleaning* lebih baik dibandingkan dengan sampel yang melalui penyinaran menggunakan sinar UV selama 40 jam (Gambar 4.4.e). Sampel dengan penjemuran di bawah sinar matahari langsung memberikan hasil yang lebih signifikan dibandingkan dengan sampel yang disinari lampu UV. Begitu pula pada hasil dari pencelupan yang dilakukan, terlihat bahwa pengotor lebih banyak hilang saat dicelup pada sampel yang telah mengalami penjemuran di bawah sinar matahari langsung (Gambar 4.4.c) dibandingkan dengan sampel yang disinari lampu UV (Gambar 4.4.f).



Gambar 4.4 Degradasi pengotor selama pengujian (a) sebelum dijemur, (b) setelah 40 jam penjemuran, (c) setelah pencelupan, (d) sebelum penyinaran UV, (e) setelah penyinaran UV, (f) setelah pencelupan (UV)

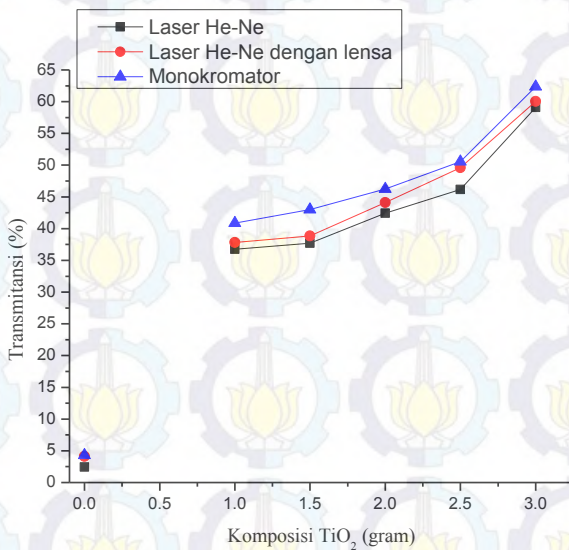
4.4.3 Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap gradasi warna pengotor

Berdasarkan data nilai transmitansi dan absorbansi pada tabel 4.6, nilai transmitansi dan absorbansi saat awal sebelum dijemur pada sampel B1 dan B2 memiliki nilai yang sama, sama halnya dengan sampel B3, B4, B5, dan B6 juga memiliki nilai yang sama walaupun dari keenam sampel memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Nilai transmitansi setelah dilakukan penjemuran selama 40 jam di bawah sinar matahari langsung didapatkan nilai yang terbesar terdapat pada sampel B6 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram, sekaligus nilai absorbansinya paling kecil dimana jika nilai transmitansi semakin besar maka nilai absorbansi akan semakin kecil.



Gambar 4.5 Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap selisih nilai transmitansi sebelum dan setelah penjemuran di bawah sinar matahari

Berdasarkan hasil yang diperoleh, untuk menentukan sampel mana yang memiliki sifat *self cleaning* paling baik adalah yang memiliki nilai transmitansi paling besar atau nilai absorbansi paling kecil, sehingga sampel yang memiliki sifat *self cleaning* paling baik adalah sampel dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram. Selisih nilai transmitansinya ditunjukkan pada gambar 4.5. Nilai yang ditunjukkan pada komposisi TiO_2 sebanyak 0 gram memiliki selisih nilai transmitansi yang sangat kecil, hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang besar pada nilai transmitansi awal dan akhir pada komposisi TiO_2 0 gram. Dapat dilihat bahwa selisih nilai transmitansi semakin naik berdasarkan dengan kenaikan komposisi TiO_2 .



Gambar 4.6 Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap nilai transmitansi setelah 50 jam penjemuran di bawah sinar matahari

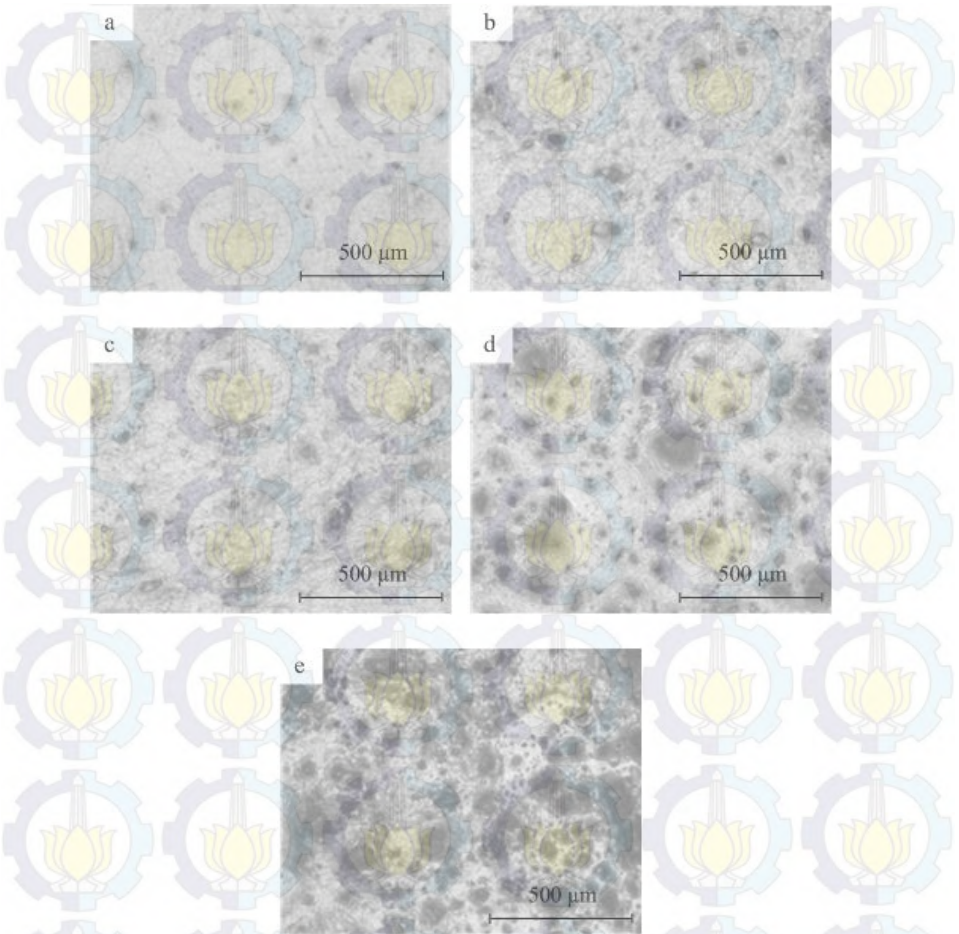
Pengukuran transmitansi dilakukan lagi setelah dijemur selama 50 jam di bawah sinar matahari. Pengukuran dilakukan dengan cara yang sama seperti sebelumnya dengan cara

memberikan lensa pada laser agar sinar yang dihasilkan menjadi divergen, serta dengan cara menggunakan lampu halogen dan monokromator yang telah diseting pada panjang gelombang warna hijau (520 nm). Nilai yang didapatkan dari ketiga cara pengujian tersebut tidak jauh berbeda, tren yang dihasilkan sama yaitu semakin banyak komposisi TiO_2 , nilai transmitansinya semakin besar. Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh komposisi TiO_2 terhadap nilai transmitansi pada ketiga pengujian tersebut.

4.5 Interpretasi Hasil

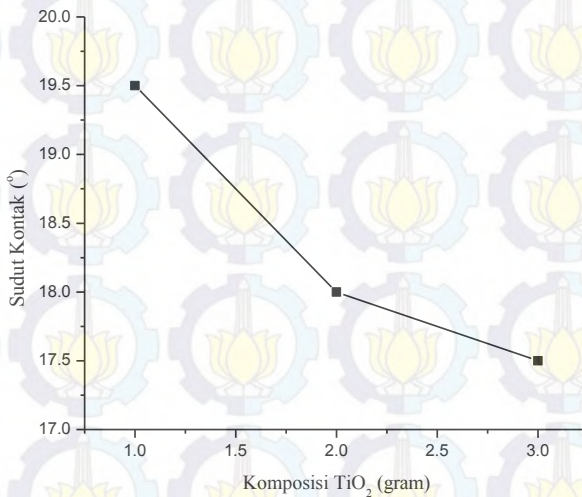
Setelah dilakukan dua jenis pengujian yaitu pengujian sifat hidrofilik dan pengujian sifat fotokatalisis. Hasil yang didapatkan pada pengujian sifat hidrofilik yaitu nilai sudut kontak yang terkecil terdapat pada sampel dengan komposisi TiO_2 sebanyak 1 gram, sedangkan sampel yang memiliki sifat *self cleaning* yang paling baik dari pengujian sifat fotokatalisis yaitu sampel dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram. Dengan adanya proses fotokatalisis pada TiO_2 , dapat dilihat bahwa semakin banyak komposisi TiO_2 yang diberikan pada sampel dapat meningkatkan sifat *self cleaning*, dan dari proses fotokatalisis TiO_2 tersebut dapat membuat sudut kontak yang dihasilkan pada lapisan TiO_2 semakin hidrofili (menurun hingga 0°).

Namun pada pengujian sifat hidrofilik yang telah dilakukan hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diharapkan, dimana semakin banyak komposisi TiO_2 yang diberikan, sudut kontak yang terjadi malah semakin meningkat atau tetesan air pada permukaan akan semakin bersifat *hydrophobic*. Hal tersebut dapat dikarenakan permukaan sampel yang telah dilapisi dengan TiO_2 tidak merata dengan baik sehingga permukaan TiO_2 menjadi kasar yang mengakibatkan sudut kontak menjadi semakin besar. Gambar 4.6 menunjukkan hasil pengamatan pada sampel yang mengandung TiO_2 dengan mengamati menggunakan mikroskop optik dengan ukuran sebesar $500\text{ }\mu\text{m}$. Dapat terlihat bahwa semakin banyak komposisi TiO_2 yang diberikan permukaan jadi semakin kasar.



Gambar 4.7 Permukaan sampel dilihat dengan mikroskop optik (a) komposisi TiO_2 1 gram, (b) komposisi TiO_2 1,5 gram, (c) komposisi TiO_2 2 gram, (d) komposisi TiO_2 2,5 gram, dan (e) komposisi TiO_2 3 gram.

Permukaan TiO_2 menjadi semakin kasar dimungkinkan karena adanya penggumpalan yang terjadi, untuk membahas hal tersebut dilakukan pengujian lagi dengan membuat sampel baru menggunakan TiO_2 komersil, komposisi TiO_2 yang digunakan yaitu 1 gram, 2 gram, dan 3 gram. Untuk menghindari terjadinya penggumpalan pada serbuk TiO_2 , sebelum dibuat menjadi larutan TiO_2 dihaluskan terlebih dahulu dan disaring. Larutan TiO_2 yang telah siap dilapiskan pada kaca dan dibiarkan hingga kering. Setelah sampel siap kemudian dilakukan pengujian sifat hidrofilik untuk melihat sudut kontak yang terbentuk, pengujian dilakukan hanya pada kondisi di bawah sinar matahari. Hasil yang diperoleh seperti yang diharapkan yaitu semakin banyak komposisi TiO_2 yang diberikan maka sudut kontak yang dihasilkan semakin kecil.



Gambar 4.8 Pengaruh komposisi TiO_2 terhadap sudut kontak pada permukaan kaca berlapis TiO_2 komersil

Namun jika dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, hasil sudut kontak yang terbentuk tidak terlalu kecil dan tidak dapat mencapai hasil sudut kontak terkecil ($16,5^\circ$), penurunan sudut

kontak antara komposisi TiO_2 1 gram, 2 gram, dan 3 gram tidak terlalu banyak sekitar $0,5^\circ$ - 1° . Gambar 4.8 menunjukkan pengaruh komposisi TiO_2 terhadap nilai sudut kontak yang terbentuk pada pengujian ini.



BAB V KESIMPULAN

Telah dilakukan sintesis TiO_2 untuk aplikasi *self cleaning* pada kaca. Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Sifat fotokatalisis terbaik dimiliki oleh sampel dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram dengan kemampuan menghilangkan pengotor hingga 96% pada penjemuran di bawah sinar matahari dan 74% pada penyinaran UV, serta memiliki selisih transmitansi hingga 58,8%.
- Sifat hidrofilik sangat dipengaruhi oleh fotokatalisis
- Ketidakesuaian sifat hidrofilik sampel disebabkan oleh adanya penggumpalan serbuk TiO_2 di permukaan lapisan

“Halaman ini Memang Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Anggi dan Dahyunir, 2013. **“Sintesis Lapisan TiO₂ Menggunakan Prekursor TiCl₄ untuk Aplikasi Kaca Self Cleaning dan Anti Fogging”**. Jurnal Fisika Unand Vol. 2, No. 2
- Anhar, Abdul, dan Bambang, 2012. **“Analisa Pengaruh Kontaminan Pantai Terhadap Unjuk Kerja Sampel Isolator Bahan Keramik Sebelum dan Sesudah Dilapisi Minyak Silikon”**. Transmisi, 14, (4), 135
- Antoine, Angela, et al. 2013. **“Colloidal CuInSe₂ Nanocrystals Thin Films of Low Surface Roughness”**. Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol. 4
- Bastian, R. C. **“Coating Anti Bakteria”**.
<http://www.rickycbastian.com/coating-anti-bakteria/>
- Benedix, Roland., et al. 2000. **“Application of Titanium Dioxide Photocatalysis to Create Self-Cleaning Building Materials”**. LACER No. 5, 2000
- Diebold, U. 2002. **“Structure and Properties of TiO₂ surfaces : a brief review”**. Applied Physics A, Materials Science & Processing 76, 1 - 7
- Fikri, Sundani, dan Sukmadjaja, 2006. **“Pengaruh Konsentrasi PEG 4000 Terhadap Laju Disolusi Ketoprofen dalam Sistem Dispersi Padat Ketoprofen PEG 4000”**. Majalah Farmasi Indonesia, 17(2), 57 - 62

Forbes, P. 2008. **"Self Cleaning Materials : The lotus plant's magnificent ability to repel dirt has inspired a range of self-cleaning and antibacterial technologies that many also help control microfluidic "lab-on-a-chip" devices"**. Scientific American, INC.

Kristianingrum, S. **"Handout Spektroskopi Ultra Violet dan Sinar Tampak (Spektroskopi UV – Vis)"**.

Kusmahetiningsih, N. 2011. **"Aplikasi TiO₂ Sebagai Self Cleaning pada Cat Tembok dengan Dispersant Polietilen Glikol (PEG)"**. Jurnal Teknik POMITS Vol. 1. No.1. 1- 5

Lono, J.E.S. 2010. **"Pelapisan TiO₂ untuk *Anti-Fogging* dan *Self-Cleaning* pada Kaca Mobil dengan Teknik Penyemprotan"**.

Nurul, Indriana, dan Sofy, 2008. **"Self Cleaning Glass Based on Acid-Treated TiO₂ Films with Palmitic Acid as Model Pollutant"**. Indo. J. Chem. 8(2), 200 - 206

Rachmat dan Jarnuzi, 2001. **"Preparasi Lapisan Tipis TiO₂ sebagai Fotokatalis: Keterkaitan antara Ketebalan dan Aktivitas Fotokatalisis"**. Makara, Jurnal Penelitian Universitas Indonesia Volume 5, nomor 2, Seri Sains. Hal 81-91

Ragesh, P., et. al. 2014. **"A review on ' self-cleaning and multifunctional materials'"**. Cite this: J. Mater. Chem. A , 2014, 2, 14773

Samah, A.Z., et. al. 2013. **"Superhydrophilicity on Microstructured Titanium Surfaces Via a Superficial Titania Layer with Interconnected Nanoscale Pores."**

Siti dan Rahyani, 2011. **“Efek Fotokatalisis Nano TiO_2 Terhadap Mekanisme Antimikrobia E Coli dan Salmonella**”. Balai Besar Kimia dan Kemasan Kementerian Perindustrian. Jurnal Riset Industri Vol. V, No.2, Hal 113-120.

Slamet, Riyadi, dan Wahyu, 2003. **“Pengolahan Limbah Logam Berat Chromium (VI) dengan Fotokatalis TiO_2 ”**. Makara, Teknologi, Vol. 7, No.1

Yanolanda dan Suharyanto, 2013. **“Pengaruh Radiasi UV Buatan Terhadap Kerusakan Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Silane**”. JNTETI, Vol 2, No. 4

Zhaoyue, Xintong, et al. 2007. **“Anatase TiO_2 Nanoparticles on Rutile TiO_2 Nanorods: A Heterogeneous Nanostructure via Layer-by-Layer Assembly**”. Langmuir 23(22), 10916-10919 DOI: 10.1021/la7018023

“Halaman ini Memang Dikosongkan”

LAMPIRAN A

Hasil visual pengujian *self cleaning* dengan penjemuran selama 40 jam untuk pengotor lumpur.

1. Sebelum dijemur, semua sampel masih dalam keadaan sama, lumpur masih utuh dengan berat 0,5 gram.



GambarA.1 Sampel saat dijemur di bawah sinar matahari langsung

2. Setelah penjemuran selama 10 jam, terlihat perbedaan pada sampel A6 yang memiliki komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram yaitu ada bagian lumpur yang mulai hilang. Sedangkan pada sampel lain belum terlihat perubahan yang terjadi.



Gambar A.2 Sampel setelah dijemur 10 jam di bawah sinar matahari langsung

3. Setelah penjemuran 20 jam, sampel lain sudah mulai terlihat perbedaan yang terjadi yaitu mulai hilangnya beberapa bagian lumpur yang menempel pada sampel.



Gambar A.3 Sampel setelah dijemur 20 jam di bawah sinar matahari langsung

4. Setelah penjemuran 30 jam, hilangnya lumpur pada beberapa bagian mulai semakin banyak disetiap sampel.



Gambar A.4 Sampel setelah dijemur 30 jam di bawah sinar matahari langsung

5. Setelah penjemuran 40 jam, hasil akhir dari pengujian *self cleaning* dengan penjemuran di bawah sinar matahari langsung selama 40 jam, sampel yang terlihat paling banyak bagian lumpur yang hilang adalah sampel A6 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram.



Gambar A.5 Sampel setelah dijemur 40 jam di bawah sinar matahari langsung

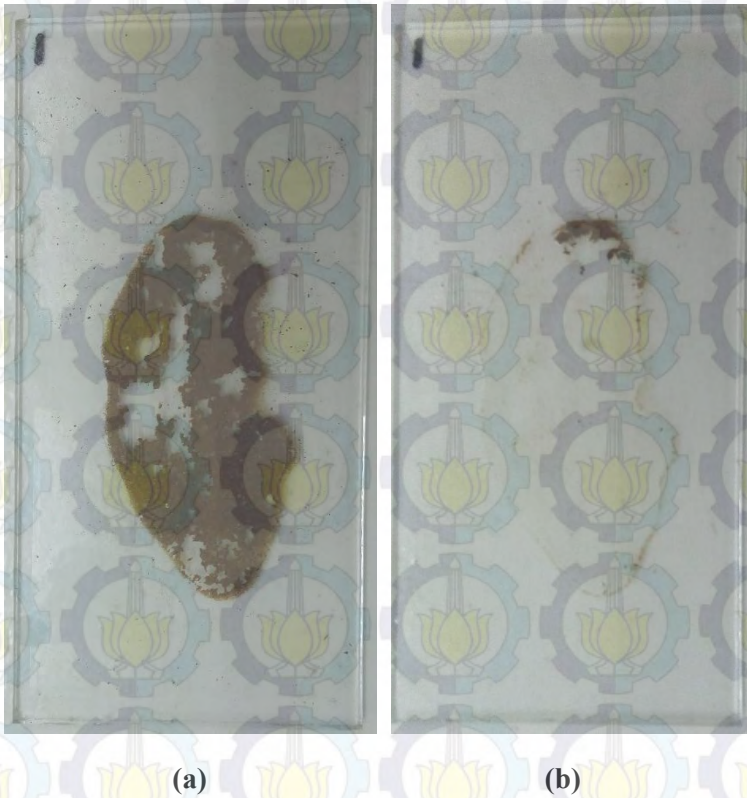
Hasil visual pengujian *self cleaning* dengan pencelupan ke dalam air untuk pengotor lumpur.

1. Sampel A1 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 0 gram.



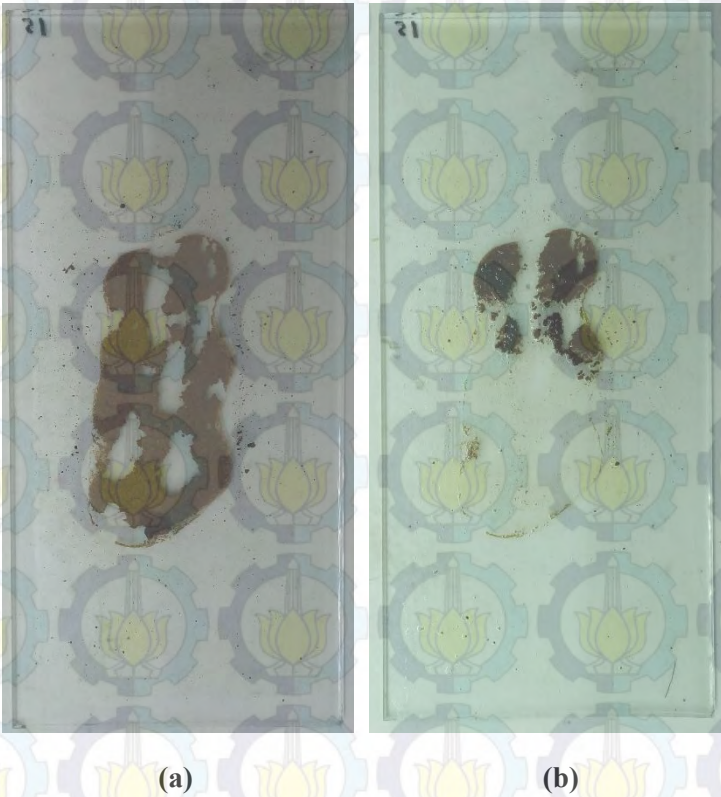
(a) (b)
Gambar B.1 Sampel A1 (a) sebelum dicelup, dan (b) setelah dicelup

2. Sampel A2 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 1 gram.



Gambar B.2 Sampel A2 (a) sebelum dicelup, dan (b) setelah dicelup

3. Sampel A3 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 1,5 gram.



Gambar B.3 Sampel A3 (a) sebelum dicelup, dan (b) setelah dicelup

4. Sampel A4 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 2 gram



Gambar B.4 Sampel A4 (a) sebelum dicelup, dan (b) setelah dicelup

5. Sampel A5 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 2,5 gram



Gambar B.5 Sampel A5 (a) sebelum dicelup, dan (b) setelah dicelup

6. Sampel A6 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram



Gambar B.6 Sampel A6 (a) sebelum dicelup, dan (b) setelah dicelup

Hasil visual pengujian *self cleaning* dengan penyinaran menggunakan lampu UV.

1. Keadaan awal sebelum dimasukkan ke dalam tempat yang telah dibuat sedemikian rupa dengan lampu UV yang dipasang 5 cm dari tempat sampel diletakkan.



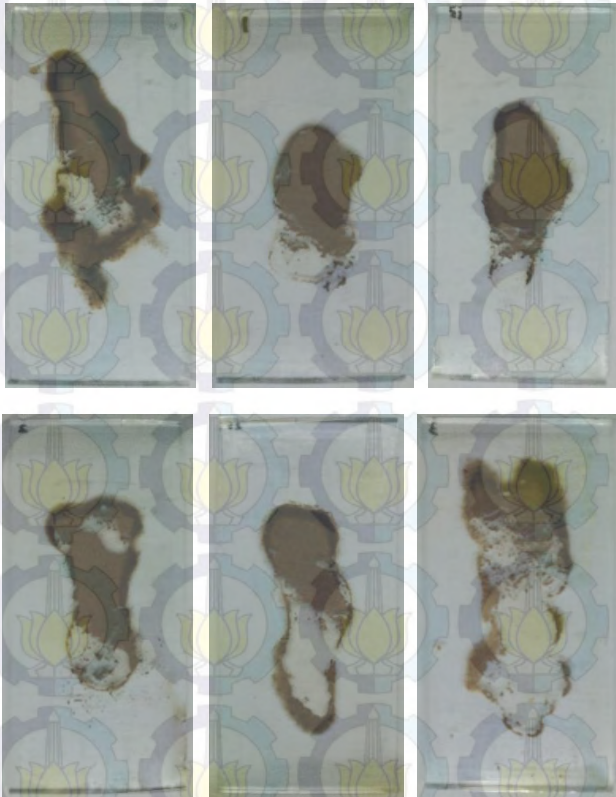
Gambar C.1 Sebelum penyinaran dengan lampu UV

2. Setelah penyinaran dengan lampu UV selama 40 jam. Tidak ada perubahan yang terlihat secara visual, namun ada pengurangan berat yang sangat kecil.



Gambar C.2 Setelah penyinaran dengan lampu UV

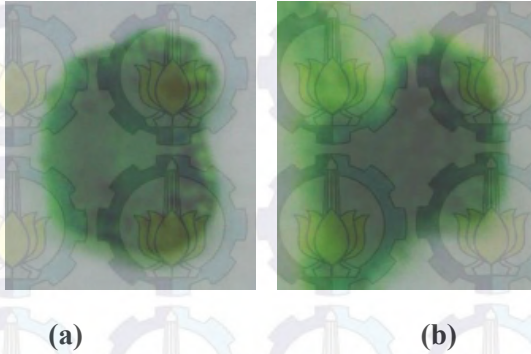
3. Setelah pencelupan ke dalam air



Gambar C.3 Setelah pencelupan (UV)

Hasil visual *pengujian self cleaning* dengan penyinaran menggunakan lampu UV.

1. Sampel B1 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 0 gram.



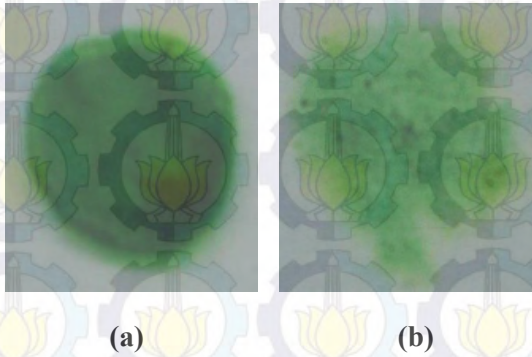
Gambar D.1 Sampel B1 (a) sebelum dijemur, dan (b) setelah dijemur

2. Sampel B2 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 1 gram.



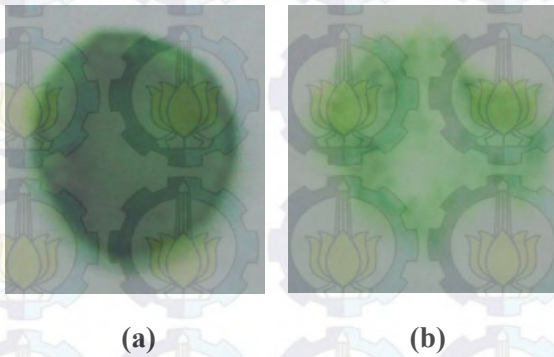
Gambar D.2 Sampel B2 (a) sebelum dijemur, dan (b) setelah dijemur

3. Sampel B3 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 1,5 gram.



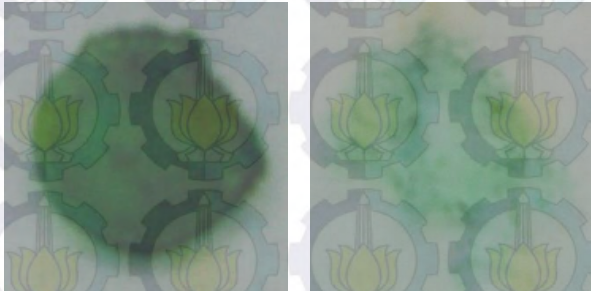
Gambar D.3 Sampel B3 (a) sebelum dijemur, dan (b) setelah dijemur

4. Sampel B4 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 2 gram.



Gambar D.4 Sampel B4 (a) sebelum dijemur, dan (b) setelah dijemur

5. Sampel B5 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 2,5 gram.



(a)

(b)

Gambar D.5 Sampel B5 (a) sebelum dijemur, dan (b) setelah dijemur

6. Sampel B6 dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram.



(a)

(b)

Gambar D.6 Sampel B6 (a) sebelum dijemur, dan (b) setelah dijemur

LAMPIRAN B

Hasil pengujian nilai transmitansi setelah 50 jam dijemur di bawah sinar matahari.

1. Sumber cahaya laser He-Ne langsung

Tabel 1. Nilai Transmitansi Menggunakan Sumber Cahaya Laser He-Ne

No	Komposisi TiO ₂ (gram)	Transmitansi (%)
1	0	2,427745665
2	1	36,76300578
3	1,5	37,68786127
4	2	42,42774566
5	2,5	46,1849711
6	3	59,07514451

2. Sumber cahaya laser He-Ne dengan penambahan lensa

Tabel 2. Nilai Transmitansi Menggunakan Sumber Cahaya Laser He-Ne dengan Penambahan Lensa

No	Komposisi TiO ₂ (gram)	Transmitansi (%)
1	0	4,104046243
2	1	37,0346821
3	1,5	38,84393064
4	2	44,10404624
5	2,5	49,59537572
6	3	60,05780347

Hasil pengujian sifat hidrofilik pada sampel yang dibuat dengan TiO₂ komersil

Tabel 3. Nilai Sudut Kontak pada Sampel yang Menggunakan TiO₂ Komersil

No	Komposisi TiO ₂ (gram)	Sudut kontak (°)
1	1	19,5
2	2	18
3	3	17,5

BIODATA PENULIS



Penulis mempunyai nama lengkap Dahry Yuniar Akbar yang lahir di Kota Sumenep, Jawa Timur pada tanggal 20 Juli 1993. Tamat SD Muhammadiyah 1 Sidoarjo (2005), SMPN 3 Sidoarjo (2008) dan SMAN 1 Sidoarjo (2011). Setelah tamat SMA, penulis melanjutkan pendidikannya ke Program Studi S1 Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Bidang minat yang diambil penulis ketika menempuh perkuliahan adalah Bidang Minat Rekayasa Bahan, serta Bidang Minat Rekayasa Energi dan Pengkondisian Lingkungan. Pengalaman kerja praktek yang dimiliki penulis dilakukan di PT. Dirgantara Indonesia Bandung. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email the_monthez@yahoo.co.id

PENGARUH KOMPOSISI TiO_2 TERHADAP KEMAMPUAN *SELF CLEANING* PADA KACA DENGAN *DISPERSANT* POLIETILEN GLIKOL (PEG) 4000

Dahry Yuniar Akbar, Lizda Johar Mawarani, dan Agung Budiono
Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail: lizda@ep.its.ac.id

Abstrak—Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan untuk aplikasi *self cleaning* adalah dengan memanfaatkan fotokatalisis bahan TiO_2 dimana fotokatalisis merupakan proses reaksi kimia yang dibantu oleh energi sinar ultraviolet. Efek fotokatalisis inilah yang dapat mendekomposisi pengotor berupa senyawa organik. TiO_2 disintesis dengan menggunakan bahan dasar TiCl_3 . Hasil sintesis kemudian dicuci menggunakan aquades lalu dikalsinasi menggunakan furnace dengan suhu 300°C selama 4 jam untuk mendapatkan TiO_2 struktur anatase. Larutan TiO_2 yang dilapiskan pada sampel kaca dibuat dengan mencampurkan PEG 4000, kloroform, dan serbuk TiO_2 . Komposisi TiO_2 dibuat bervariasi, yaitu 0 gram, 1 gram, 1,5 gram, 2 gram, 2,5 gram, dan 3 gram, dengan PEG dan kloroform tetap untuk semua variasi komposisi TiO_2 . Pelapisan dilakukan dengan teknik doctor blade. Pengujian *self cleaning* menggunakan dua jenis pengotor yaitu lumpur dan pewarna. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu pengujian sifat hidrofilik dan pengujian sifat fotokatalisis. Hasil pengujian menunjukkan sifat *self cleaning* terbaik didapatkan pada sampel dengan komposisi TiO_2 sebesar 3 gram dengan kemampuan menghilangkan pengotor hingga 96% pada penjemuran di bawah sinar matahari dan 74% pada penyinaran UV, serta memiliki selisih transmitansi hingga 58,8%. Sedangkan hasil pengujian sifat hidrofilik menunjukkan bahwa sifat hidrofilik sangat dipengaruhi oleh fotokatalisis. Adapun ketidaksamaan sifat hidrofilik sampel disebabkan oleh adanya penggumpalan serbuk TiO_2 di permukaan lapisan.

Kata kunci: anatase, PEG, *self cleaning*, TiO_2

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan di dunia sudah semakin pesat, sekarang sudah banyak bangunan yang menggunakan bahan kaca guna memanfaatkan cahaya matahari sebagai pencahayaan alami seperti halnya pada gedung-gedung tinggi di pusat kota. Selain itu sudah banyak rumah modern yang dibangun dengan jumlah jendela yang cukup banyak dan dengan ukuran yang lebar, bahkan ada pula rumah modern yang sebagian tembok rumahnya terbuat dari kaca untuk menambah nilai artistik dari rumah itu sendiri selain fungsinya untuk memanfaatkan pencahayaan alami. Penggunaan kaca yang selalu bersentuhan langsung dengan kondisi luar seperti itu harus diperhatikan juga kebersihannya dari air, embun, atau debu yang menempel pada kaca, selain

untuk menjaga kaca tetap bersih perlu diperhatikan juga tumbuhnya lumut yang dapat mempengaruhi fungsi dari kaca tersebut. Terlebih lagi Indonesia termasuk negara yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi dan juga Indonesia termasuk daerah tropis dimana matahari bersinar sepanjang tahun terutama saat musim kemarau. Dengan kondisi tersebut dibutuhkan pelapis kaca yang dapat menjaga agar bisa terlihat selalu bersih dari air, embun, atau debu yang menempel pada kaca. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan pelapis kaca yang memiliki kemampuan *self cleaning*.

Salah satu teknologi yang sedang berkembang untuk aplikasi *self cleaning* adalah dengan memanfaatkan fotokatalisis pada permukaan lapisan TiO_2 . Lapisan TiO_2 akan memiliki sifat hidrofilik jika disinari dengan sinar UV atau cahaya matahari karena lapisan TiO_2 akan mengalami proses fotokatalisis. Efek fotokatalis TiO_2 dapat mendekomposisi senyawa organik yang menempel menjadi CO_2 dan H_2O , dimana pada penelitian ini efek fotokatalis TiO_2 akan digunakan untuk mendekomposisi pengotor yang menempel pada permukaan kaca. Penggunaan TiO_2 pada pelapis kaca dapat berfungsi sebagai *self cleaning*.

Polietilen glikol (PEG) sudah berhasil digunakan untuk mendistribusikan TiO_2 sebagai aplikasi rekayasa plastik anti kabut dan swa-bersih [1]. Pada penelitian ini digunakan PEG 4000 sebagai *dispersant* TiO_2 , dikarenakan TiO_2 berbentuk serbuk yang partikelnya cenderung melekat satu sama lain atau mengalami penggumpalan secara mikroskopis, sehingga diperlukan *dispersant* untuk memisahkan partikel-partikel TiO_2 agar memiliki jarak yang renggang dan bisa di aplikasikan pada kaca. Apabila *dispersant* telah melapisi partikel TiO_2 , maka *dispersant* akan mencegah terjadinya penggumpalan TiO_2 .

Penelitian lain yang berkaitan adalah penggunaan TiO_2 yang diaplikasikan pada cat tembok, dimana hasil yang diperoleh adalah cat yang memiliki sifat *self cleaning* terbaik yaitu sampel yang memiliki kadar TiO_2 sebesar 2% dengan perbandingan anatase : rutil 90 : 10, dan juga cat tembok dengan campuran TiO_2 memiliki sifat *self cleaning* yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa TiO_2 [2]. Pada penelitian yang lain juga berkaitan mengenai aplikasi TiO_2 sebagai *anti fogging* dan *self cleaning* dengan proses penyemprotan, penelitian tersebut membandingkan antara jumlah semprotan yang diaplikasikan pada kaca mobil dapat mempengaruhi sifat

anti fogging dan *self cleaning* yang diperoleh [3]. Sedangkan pada penelitian tugas akhir ini digunakan bahan TiO_2 dan PEG 4000 untuk diaplikasikan pada kaca sehingga dapat memiliki kemampuan *self cleaning* dengan perbandingan komposisi TiO_2 yang digunakan.

II. URAIAN PENELITIAN

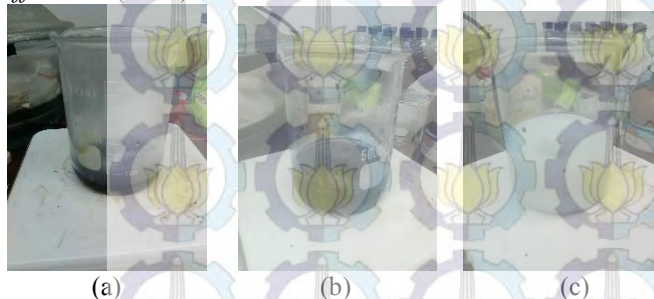
Secara umum, proses pengerjaan penelitian ini terbagi menjadi tiga tahap, yaitu sintesis nano- TiO_2 , preparasi sampel, dan pengujian *self cleaning*.

A. Sintesis nano TiO_2

Pada penelitian ini TiO_2 yang digunakan adalah nano- TiO_2 yang disintesis sendiri dengan bahan utama dari TiCl_3 , TiO_2 yang digunakan diharapkan memiliki struktur 100% anatase. TiO_2 disintesis menggunakan metode co-Precipitation. TiCl_3 sebanyak 10 ml diaduk bersamaan dengan 4,7 ml aquades dan 0,3 ml HCl 37% menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 45 °C dengan kecepatan *magnetic stirrer* konstan selama 2-3 menit (Gambar 1.a). Kemudian ditambahkan 20 ml HCl 37% dan ditunggu sampai larutan berwarna ungu encer (Gambar 1.b). Setelah itu ditambahkan NH_4OH 25% sebanyak 50 ml dan terus diaduk selama 5 menit, kemudian putaran *magnetic stirrer* dimatikan sementara selama 5 menit dalam kondisi suhu tetap 45°C. Larutan diaduk kembali dengan menambahkan lagi NH_4OH sebanyak 50 ml setiap 5 menit sampai larutan berubah warna menjadi putih dan menghasilkan endapan (Gambar 1.c).

Larutan tersebut didiamkan sekitar satu hari hingga semua endapan yang dihasilkan mengendap di dasar *beaker glass*, kemudian dilakukan pencucian menggunakan aquades hingga bau *ammonia* (NH_4OH) hilang. Endapan yang sudah tidak berbau *ammonia* tersebut kemudian dikalsinasi pada suhu 300 °C selama 4 jam untuk mendapatkan fasa 100% anatase. Hasil kalsinasi tersebut dihaluskan dengan menggunakan mortar sampai menjadi bubuk TiO_2 yang halus. Sintesis TiO_2 dilakukan beberapa kali hingga mendapatkan jumlah TiO_2 yang dibutuhkan pada penelitian ini.

Karakterisasi TiO_2 diperlukan untuk menentukan hasil sintesis TiO_2 yang telah dilakukan memiliki fasa 100% anatase atau tidak. Karakterisasi dilakukan dengan uji *X-ray diffraction* (XRD).



Gambar 1. Proses pembuatan TiO_2 . (a) Pencampuran 10 ml TiCl_3 , 4,7 ml aquades, dan 0,3 ml HCl 37% (b) Penambahan pertama 50 ml NH_4OH 25% (c) Larutan berwarna putih dan menghasilkan endapan

B. Preparasi Sampel

Setelah sintesis TiO_2 selesai dan strukturnya sesuai dengan harapan, maka dilakukan preparasi sampel. dalam penelitian

ini preparasi sampel meliputi dua tahap yaitu membuat larutan TiO_2 yang akan dilapiskan dan kemudian melapiskannya pada kaca untuk dapat diuji karakteristiknya.

Pembuatan Larutan TiO_2

Larutan TiO_2 yang akan diaplikasikan dibuat dengan mencampurkan 10 gram PEG 4000 dan 25 ml kloroform yang diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu kamar selama 5 menit sampai seluruh PEG larut sepenuhnya dan tidak ada gumpalan. Kemudian bubuk TiO_2 dimasukkan dan terus diaduk sampai merata selama 5 menit. Komposisi bubuk TiO_2 yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0 gram, 1 gram, 1,5 gram, 2 gram, 2,5 gram, dan 3 gram.

Pelapisan TiO_2 pada Kaca

Kaca yang digunakan pada penelitian ini yaitu kaca bening polos dengan dimensi 10 cm x 5 cm x 0,3 cm, dan jumlah kaca yang digunakan yaitu 3 buah pada setiap kondisinya. Sebelum larutan TiO_2 diaplikasikan, permukaan kaca dibersihkan menggunakan alkohol agar semua kotoran atau debu yang menempel pada kaca hilang dan bersih, kemudian pada pinggiran setiap sisinya ditemplei dengan *scotch tape*. Penempelan *scotch tape* ini digunakan untuk membuat cetakan yang nantinya akan diaplikasikan dengan larutan TiO_2 . Pelapisan larutan TiO_2 ini mengacu pada teknik *doctor blade*, dimana larutan TiO_2 dituangkan pada kaca yang telah diberi cetakan dengan menggunakan pipet tetes, kemudian diratakan dengan menggunakan penggaris dalam satu tarikan. Kaca yang telah dilapisi TiO_2 ditunggu hingga kering dengan hanya diangin-anginkan tanpa harus dijemur sekitar satu hari sampai seluruh lapisannya kering merata.



Gambar 2. Teknik *doctor blade*

C. Pengujian Self Cleaning

Setelah sampel siap, berikutnya adalah proses pengujian. Dalam tugas akhir ini pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat hidrofilik dan pengujian sifat fotokatalisis.

Pengujian Sifat Hidrofilik

Pengujian sifat hidrofilik ini merupakan uji untuk menentukan sudut kontak yang terbentuk antara permukaan kaca dan garis tangensial jari-jari butiran air. Pada pengujian ini menggunakan air yang ditetaskan dengan menggunakan pipet tetes. Untuk melihat hasil butiran air yang menempel pada kaca, butiran air tersebut difoto tampak samping dengan menggunakan kamera DSLR yang telah diatur untuk dapat mengambil sekitar 2-3 gambar dalam satu detik untuk mendapatkan gambar butiran air yang tepat saat jatuh pada permukaan kaca. Hasil gambar yang didapatkan kemudian dilakukan pengukuran sudut kontak dengan cara manual menggunakan busur. Pengukuran dilakukan dengan tiga kondisi yang berbeda berdasarkan cahaya matahari yang dapat

diterima oleh sampel kaca. Tiga kondisi tersebut diwakili oleh di bawah sinar matahari, teras, dan didalam ruangan.

Pengujian Sifat Fotokatalisis

Pengujian sifat fotokatalisis pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan penjemuran di bawah sinar matahari untuk sampel dengan pengotor lumpur dan pewarna, dengan pencelupan cepat ke dalam air, serta penyinaran dengan lampu UV. Pengujian dilakukan dengan menimbang berat setiap sampel kemudian memberikan pengotor berupa lumpur dengan berat lumpur yang diberikan sebesar 0,5 gram. Pengujian pertama dilakukan dengan penjemuran di bawah sinar matahari selama 40 jam dan setiap 10 jam dilakukan pengambilan gambar untuk melihat perbedaan yang terjadi. setelah penjemuran selama 40 jam dilakukan penimbangan untuk mengetahui seberapa banyak pengotor yang hilang. Pengujian ini menggunakan sampel dengan kode sampel A1 sampai A6 dengan komposisi TiO_2 secara berturut-turut sebanyak 0 gram, 1 gram, 1,5 gram, 2 gram, 2,5 gram, dan 3 gram.

Pengujian kedua dilakukan dengan mencelup cepat ke dalam air. Sampel yang digunakan pada uji ini yaitu sampel yang telah melalui uji *self cleaning* yang pertama, sehingga dengan kata lain pengujian dengan dicelupkan ke dalam air ini merupakan kelanjutan pengujian sebelumnya. Berat akhir sampel dari pengujian *self cleaning* dengan dijemur di bawah sinar matahari langsung dijadikan sebagai nilai berat awal untuk pengujian *self cleaning* ini. Sampel tersebut dicelupkan ke dalam air sampai seluruh bagian yang kotor tercelup dan langsung dikeluarkan kembali sesaat setelah seluruh bagian yang kotor tercelup. Setelah itu ditimbang kembali untuk mengetahui seberapa banyak pengotor yang hilang setelah dicelup.

Pengujian ketiga dengan menaruh enam sampel di bawah pancaran sinar lampu UV. Sampel yang digunakan yaitu sampel yang telah diberi pengotor yang sama dengan pengujian sebelumnya yaitu ditambahkan lumpur sebanyak 0,5 gram dan ditunggu sampai kering sebelum diletakkan di bawah lampu UV. Lapisan TiO_2 dapat mendekomposisi kotoran yang terdapat diatasnya jika lapisan TiO_2 terkena pancaran sinar UV, oleh karena itu pengujian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan lampu UV terhadap sifat *self cleaning* yang dihasilkan dibandingkan dengan dijemur langsung di bawah sinar matahari. Setelah disinari selama 40 jam sampel ditimbang kembali untuk mengetahui seberapa banyak pengotor yang hilang. Pengujian ini menggunakan sampel dengan kode sampel C1 sampai C6 dengan komposisi TiO_2 secara berturut-turut sebanyak 0 gram, 1 gram, 1,5 gram, 2 gram, 2,5 gram, dan 3 gram.

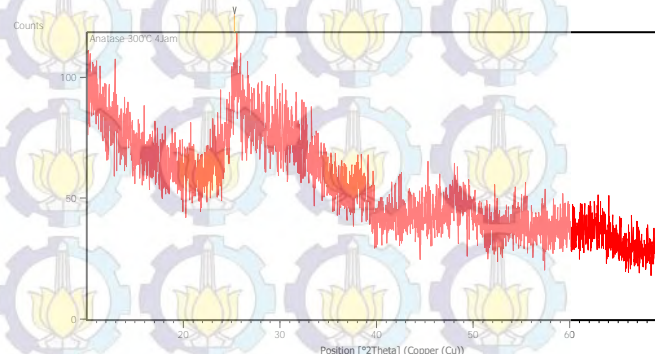
Pengujian keempat dilakukan dengan memberikan pengotor berupa pewarna pada permukaan sampel, pewarna yang digunakan yaitu pewarna makanan berwarna hijau. Pewarna yang akan ditetaskan pada sampel dibuat dengan mencampurkan pewarna dan air dengan perbandingan 50:50, kemudian pewarna ditetaskan sebanyak 1 tetes di atas sampel menggunakan pipet tetes, diratakan secara manual membentuk lingkaran dan ditunggu sampai kering. Sebelum dilakukan penjemuran, semua sampel yang telah siap diukur terlebih dahulu nilai intensitas cahaya sebelum masuk dan intensitas cahaya keluar dari sampel yang tertutup pewarna dengan

menggunakan luxmeter untuk menentukan nilai transmitansi dan absorbansinya. Sumber cahaya yang digunakan yaitu laser He-Ne, pengukuran dilakukan saat sebelum dijemur dan setelah dijemur selama 40 jam sehingga didapatkan nilai transmitansi dan absorbansi sebelum dan setelah dijemur selama 40 jam. Kemudian dari nilai tersebut dapat diketahui sampel mana yang dapat mendegradasikan pewarna lebih baik. Pengujian ini menggunakan sampel dengan kode sampel B1 sampai B6 dengan komposisi TiO_2 secara berturut-turut sebanyak 0 gram, 1 gram, 1,5 gram, 2 gram, 2,5 gram, dan 3 gram.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. TiO_2 Hasil Sintesis

TiO_2 yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah hasil dari sintesis sendiri dengan menggunakan bahan utama TiCl_3 , dan struktur TiO_2 diharapkan 100% anatase serta berukuran nano. Berdasarkan hasil uji XRD didapatkan puncak terletak pada angka 25,2577 kemudian dibandingkan dengan acuan JCPDS 89-4921 untuk TiO_2 anatase dimana pada grafik acuan terlihat bahwa untuk TiO_2 anatase terdapat puncak pada nilai sekitar 25, hal tersebut dapat menunjukkan bahwa TiO_2 hasil sintesis sendiri untuk penelitian ini memiliki struktur anatase. Berdasarkan nilai yang didapatkan dari pengujian XRD dapat dilakukan perhitungan ukuran partikel TiO_2 dalam penelitian ini yaitu sebesar 8,2233 nm. Gambar 3 menunjukkan hasil uji XRD.

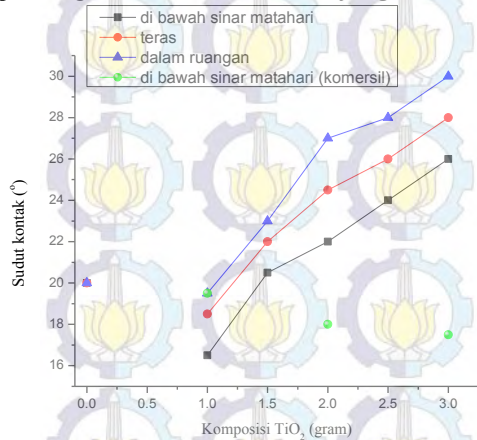


Gambar 3. Hasil uji XRD nano- TiO_2

B. Hasil Pengujian Sifat Hidrofilik

Sudut kontak yang dihasilkan pada permukaan TiO_2 dipengaruhi oleh konsentrasi TiO_2 yang digunakan serta kondisi pengukurannya. Gambar 4 menunjukkan pengaruh komposisi TiO_2 terhadap sudut kontak pada permukaan kaca berlapis TiO_2 , nilai yang ditunjukkan didapatkan bahwa pada komposisi TiO_2 1 gram memiliki sudut kontak yang paling kecil dibandingkan dengan komposisi TiO_2 yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi dari TiO_2 yang dilapiskan pada kaca berpengaruh terhadap sudut kontak yang dibentuk. Kemudian nilai sudut kontak yang dihasilkan pada komposisi TiO_2 1 gram yaitu sebesar $16,5^\circ$ untuk pengukuran di bawah sinar matahari, $18,5^\circ$ untuk pengukuran di teras, dan $19,5^\circ$ untuk pengukuran di dalam ruangan dengan penerangan lampu. Berdasarkan hasil yang didapat, kondisi pengukuran juga sangat berpengaruh terhadap sudut kontak yang

dihasilkan, dimana ketiga kondisi yang digunakan mendapatkan pancaran sinar matahari yang berbeda-beda.



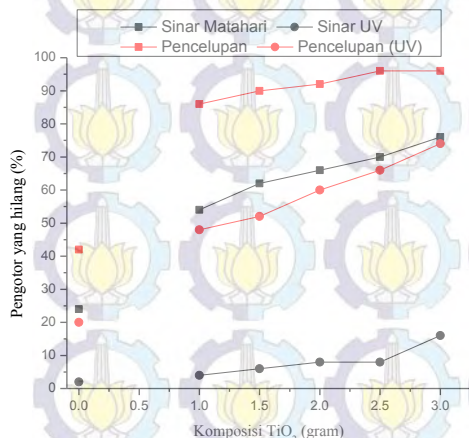
Gambar 4. Pengaruh komposisi TiO₂ terhadap sudut kontak pada permukaan kaca berlapis TiO₂

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa sudut kontak mengalami penurunan hanya pada sampel dengan komposisi TiO₂ 1 gram, sedangkan semakin ditambahkannya komposisi TiO₂ sudut kontak yang dihasilkan semakin besar. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan TiO₂ komersil dengan komposisi TiO₂ sebanyak 1 gram, 2 gram, dan 3 gram dan didapatkan hasil sudut kotak mengalami penurunan dengan semakin banyaknya komposisi TiO₂ yang diberikan.

C. Hasil Pengujian Sifat Fotokatalisis

Pengaruh Komposisi TiO₂ Terhadap Pengotor yang hilang

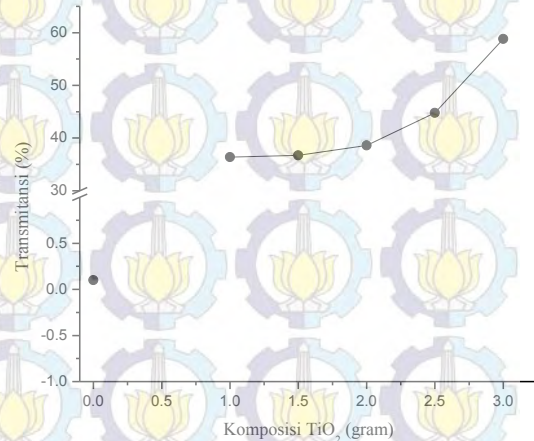
Gambar 5 menunjukkan pengaruh komposisi TiO₂ terhadap hilangnya pengotor, dengan penjemuran di bawah sinar matahari dan pencelupan serta dengan penyinaran UV dan pencelupan. Dimana sampel dengan komposisi TiO₂ sebanyak 3 gram yang paling banyak kehilangan pengotor setelah dijemur di bawah sinar matahari yaitu sebesar 76%, dan sebesar 96% setelah dicelup. Begitu pula setelah disinari UV pengotor yang hilang sebesar 16% dan sebesar 74% setelah dicelup. Semua sampel juga mengalami pengurangan pengotor, berdasarkan grafik tersebut dapat terlihat bahwa semakin banyak komposisi TiO₂ maka pengotor yang hilang juga semakin banyak. Selain itu nilai pengotor yang hilang pada pengujian dengan penjemuran di bawah sinar matahari lebih besar dibandingkan dengan pengujian yang menggunakan sinar UV.



Gambar 5. Pengaruh komposisi TiO₂ terhadap pengotor yang hilang setelah penjemuran dan pencelupan

Pengaruh Komposisi TiO₂ Terhadap Gradasi Warna

Gambar 6 menunjukkan pengaruh komposisi TiO₂ terhadap nilai selisih transmitansi sebelum penjemuran, setelah penjemuran. Dimana sampel B6 dengan komposisi TiO₂ sebanyak 3 gram memiliki selisih nilai transmitansi terbesar yaitu 0,588 atau 58,8%. Berdasarkan selisih nilai transmitansi tersebut dapat diketahui bahwa sampel B6 dapat mendegradasi pewarna lebih baik.



Gambar 6. Pengaruh komposisi TiO₂ terhadap selisih nilai transmitansi sebelum dan setelah penjemuran

D. Interpretasi Hasil

Setelah dilakukan dua jenis pengujian yaitu pengujian sifat hidrofilik dan pengujian sifat fotokatalisis. Hasil yang didapatkan pada pengujian sifat hidrofilik yaitu nilai sudut kontak yang terkecil terdapat pada sampel dengan komposisi TiO₂ sebanyak 1 gram, sedangkan sampel yang memiliki sifat *self cleaning* yang paling baik dari pengujian sifat fotokatalisis yaitu sampel dengan komposisi TiO₂ sebanyak 3 gram. Dengan adanya proses fotokatalisis pada TiO₂, dapat dilihat bahwa semakin banyak komposisi TiO₂ yang diberikan pada sampel dapat meningkatkan sifat *self cleaning*, dan dari proses fotokatalisis TiO₂ tersebut dapat membuat sudut kontak yang dihasilkan pada lapisan TiO₂ semakin hidrofil (menurun hingga 0°).

Namun pada pengujian sifat hidrofilik yang telah dilakukan hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diharapkan, dimana semakin banyak komposisi TiO₂ yang diberikan, sudut kotak yang terjadi malah semakin meningkat atau tetesan air pada permukaan akan semakin bersifat *hydrophobic*. Hal tersebut dapat dikarenakan permukaan sampel yang telah dilapisi dengan TiO₂ tidak merata dengan baik sehingga permukaan TiO₂ menjadi kasar yang mengakibatkan sudut kontak menjadi semakin besar.

IV. KESIMPULAN

Telah dilakukan sintesis TiO_2 untuk aplikasi *self cleaning* pada kaca. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Sifat fotokatalisis terbaik dimiliki oleh sampel dengan komposisi TiO_2 sebanyak 3 gram dengan kemampuan menghilangkan pengotor hingga 96% pada penjemuran di bawah sinar matahari dan 74% pada penyinaran UV, serta memiliki selisih transmitansi hingga 58,8%.
- Sifat hidrofilik sangat dipengaruhi oleh fotokatalisis
- Ketidaksesuaian sifat hidrofilik sampel disebabkan oleh adanya penggumpalan serbuk TiO_2 di permukaan lapisan

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Slamet dkk. 2008. "Rekayasa Plastik Berlapis Nanokristal TiO_2 untuk Aplikasi Anti Kabut dan Swa-bersih"
- [2]. Kusmahetiningsih, 2012. "Aplikasi TiO_2 Sebagai *Self Cleaning* pada Cat Tembok dengan *Dispersant* Polietilen Glikol (PEG)"
- [3]. Lono, 2010. "Pelapisan TiO_2 untuk *Anti-Fogging* dan *Self Cleaning* pada Kaca Mobil dengan Teknik Penyemprotan"

PENGARUH KOMPOSISI TiO_2 TERHADAP KEMAMPUAN SELF CLEANING PADA KACA DENGAN DISPERSANT POLIETILEN GLIKOL (PEG) 4000

DAHRY YUNIAR AKBAR

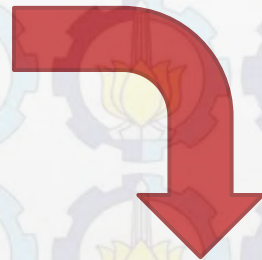
2411 100 107

Dosen Pembimbing :

**Lizda Johar Mawarani, ST., MT.
Ir. Agung Budiono, M.Eng.**



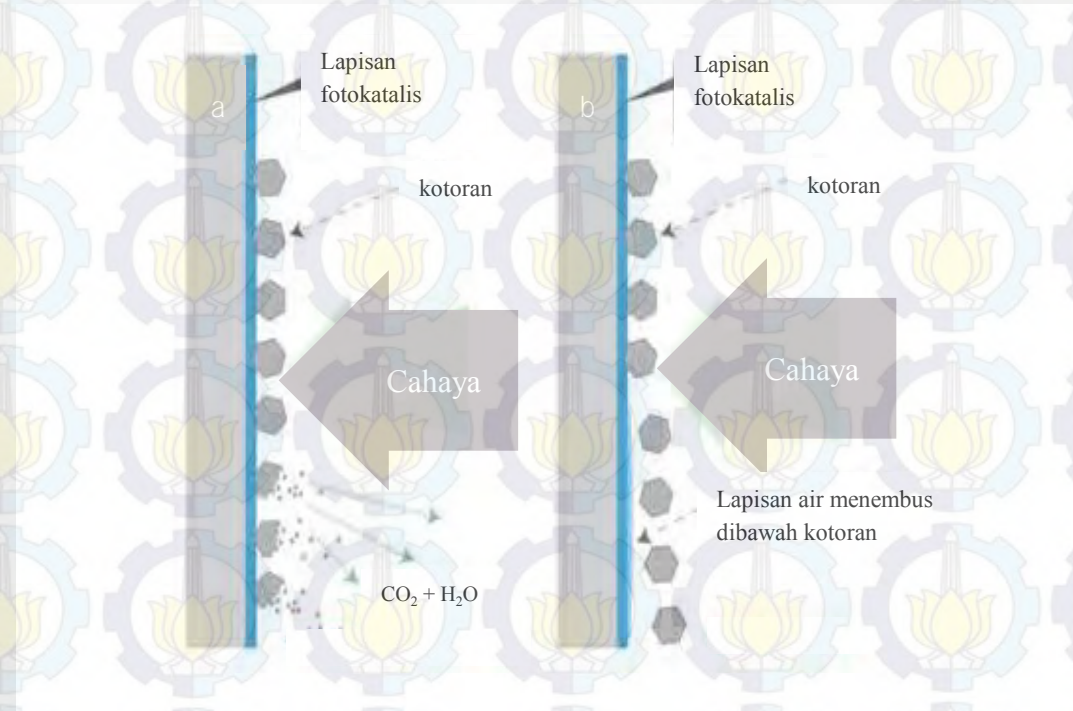
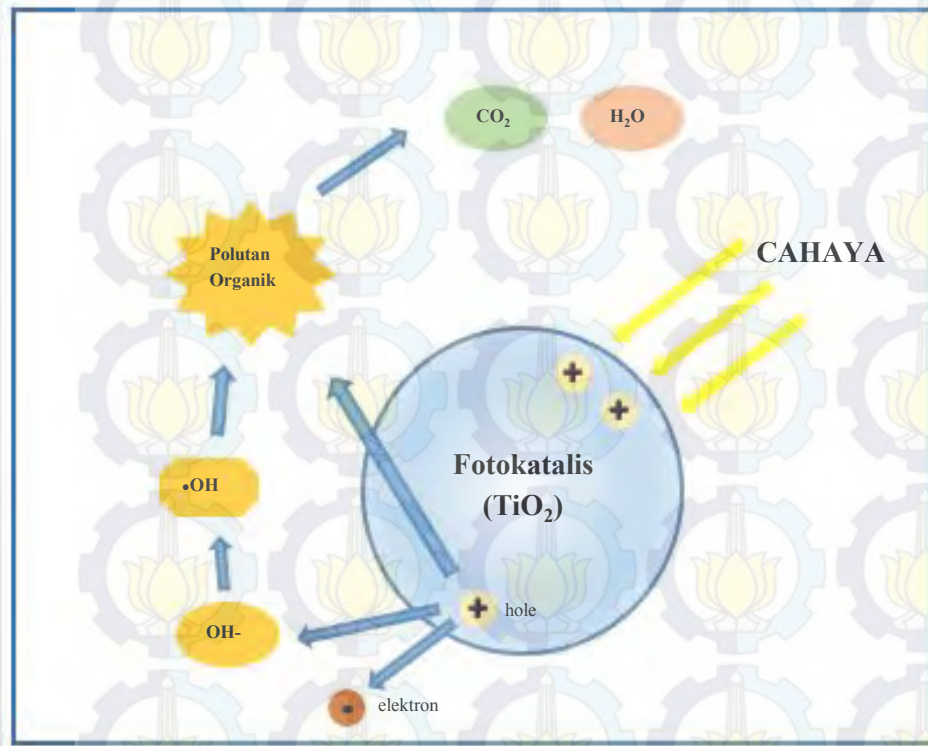






IKLIM INDONESIA







RUMUSAN MASALAH

BAGAIMANA PENGARUH KOMPOSISI TiO_2 TERHADAP KEMAMPUAN SIFAT *SELF CLEANING* PADA KACA DENGAN MENGGUNAKAN *DISPERSANT* PEG 4000?



TUJUAN

UNTUK MENGETAHUI PENGARUH KOMPOSISI TiO_2 TERHADAP KEMAMPUAN SIFAT *SELF CLEANING* PADA KACA DENGAN MENGGUNAKAN *DISPERSANT* PEG 4000.



BATASAN MASALAH

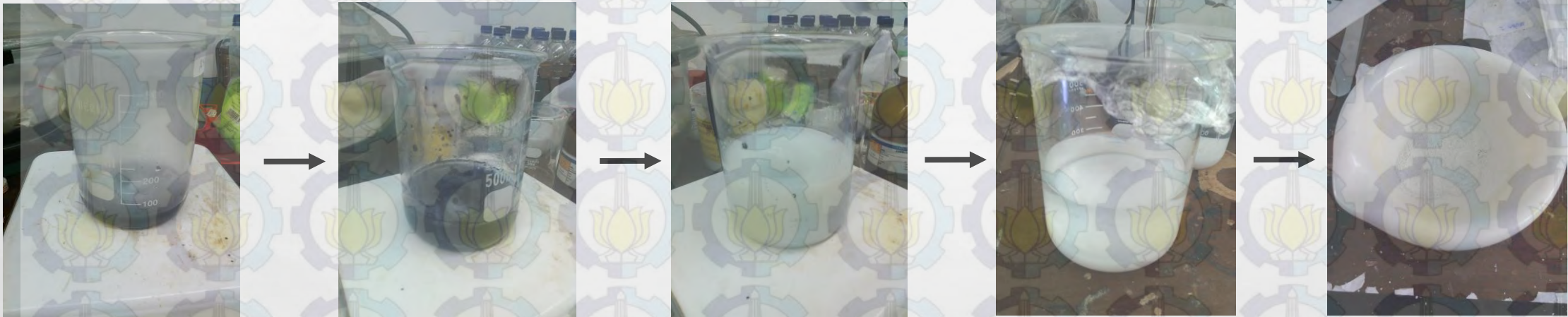
- TiO_2 YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN TUGAS AKHIR INI ADALAH HASIL SINTESIS SENDIRI DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN DASAR TiCl_3 .
- PENGUJIAN *SELF CLEANING* DILAKUKAN DENGAN MEMPERHATIKAN SIFAT FOTOKATALISIS DAN HIDROFILISITAS LAPISAN.
- HASIL PELAPISAN TiO_2 PADA KACA DIANGGAP RATA.

METODOLOGI PENELITIAN



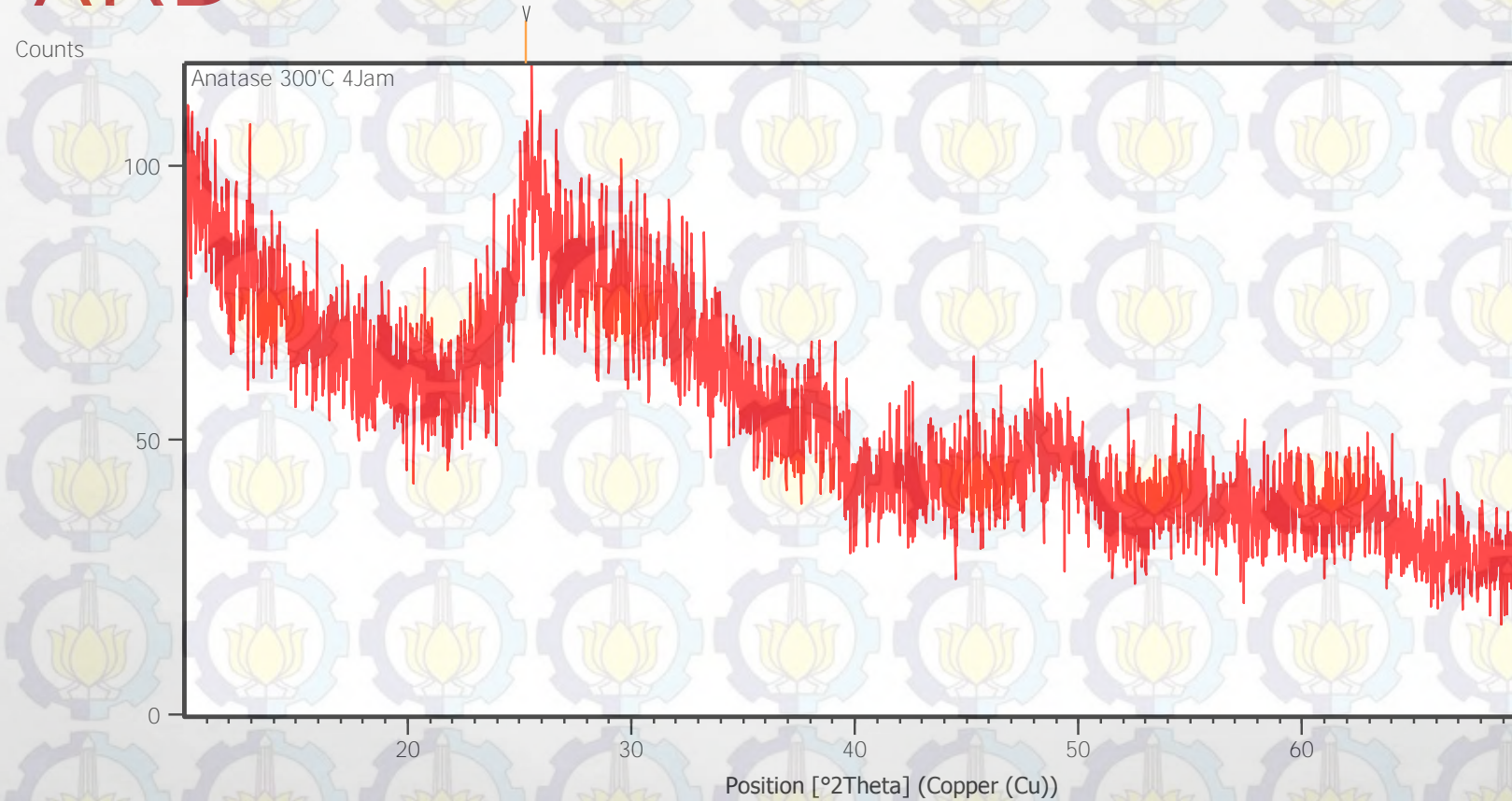


SINTESIS TiO_2





UJI XRD





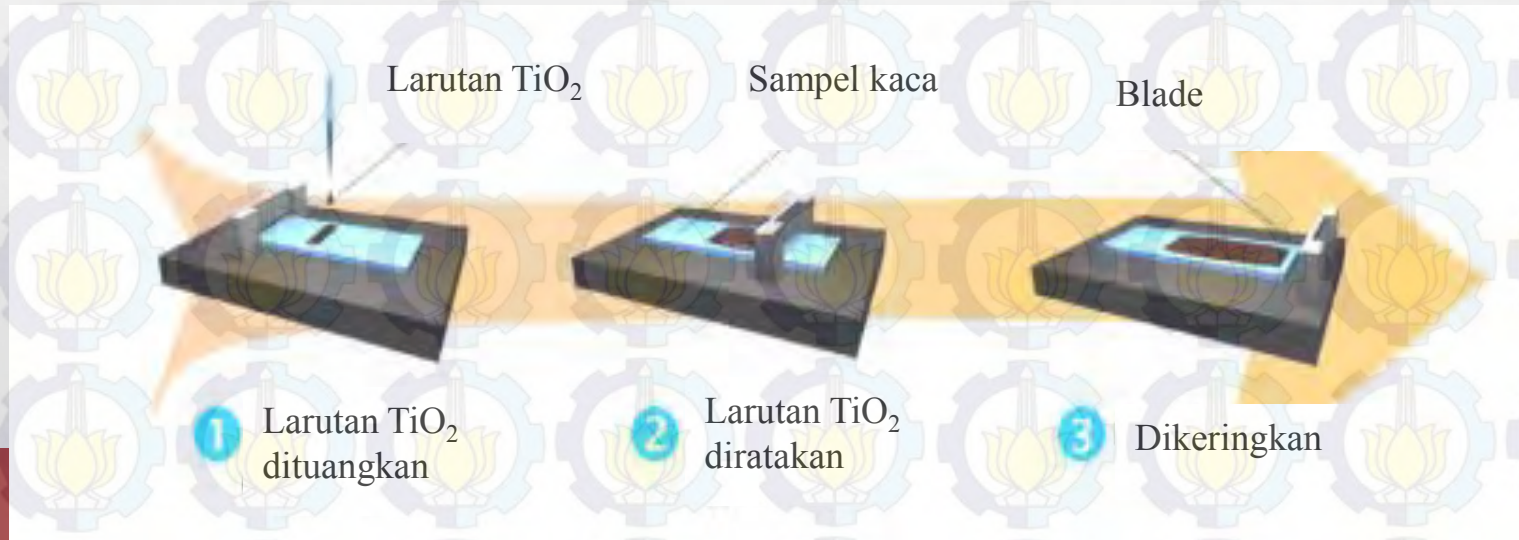
PEMBUATAN LARUTAN TiO_2 DAN PEG

- DALAM PENELITIAN INI LARUTAN TiO_2 DIBUAT DENGAN MENGGUNAKAN KOMPOSISI PEG 4000 SEBANYAK 10 GRAM YANG DILARUTKAN DENGAN *CLOROFORM* SEBANYAK 25ML, PEG DAN *CLOROFORM* DI ADUK MENGGUNAKAN MAGNETIC STIRRER SELAMA 5 MENIT PADA SUHU KAMAR SAMPAI SELURUH PEG LARUT, KEMUDIAN MEMASUKKAN BUBUK TiO_2 DENGAN KONDISI MASIH DIADUK SAMPAI 5 MENIT.
- KOMPOSISI TiO_2 YANG DIGUNAKAN YAITU 0 GRAM, 1 GRAM, 1,5 GRAM, 2 GRAM, 2,5 GRAM, DAN 3 GRAM.

PELAPISAN TiO_2 PADA KACA



- LARUTAN TiO_2 YANG SUDAH SIAP DIAPLIKASIKAN PADA KACA BENING POLOS DENGAN UKURAN (10 cm x 5 cm x 0,3 cm) DENGAN JUMLAH 3 SAMPEL SETIAP KONDISINYA.
- CARA PELAPISANNYA YAITU DENGAN TEKNIK *DOCTOR BLADE*.
- SAMPEL YANG SUDAH TERLAPISI DIDIAMKAN (DIANGIN-ANGINKAN) SAMPAI KERING MERATA.



PENGUJIAN

- PENGUJIAN SIFAT HIDROFILIK



SUDUT KONTAK

- PENGUJIAN SIFAT FOTOKATALISIS



DI BAWAH SINAR MATAHARI (LUMPUR)

SINAR UV (LUMPUR)

DI BAWAH SINAR MATAHARI (PEWARNA)

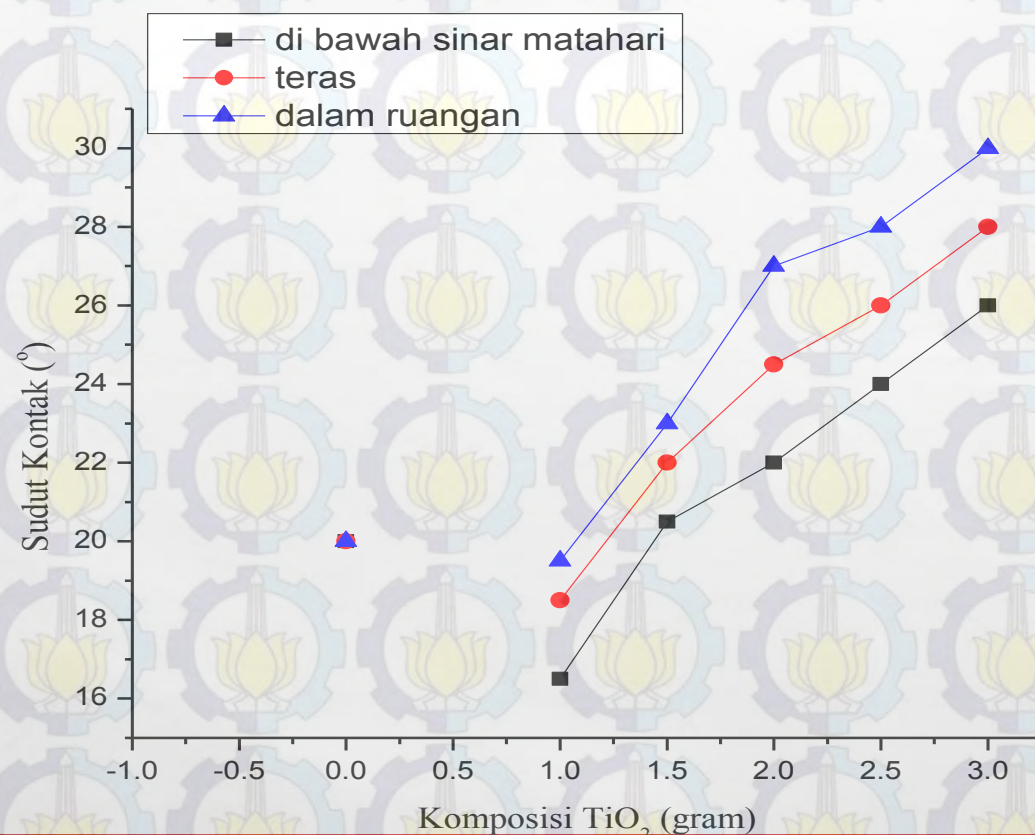


HASIL SIFAT HIDROFILIK

no	Komposisi TiO_2 (gram)	Sudut kontak ($^\circ$)		
		di bawah sinar matahari	teras	dalam ruangan
1	0	20	20	20
2	1	16,5	18,5	19,5
3	1,5	20,5	22	23
4	2	22	24,5	27
5	2,5	24	26	28
6	3	26	28	30



HASIL SIFAT HIDROFILIK



HASIL SIFAT FOTOKATALISIS



PENGUJIAN DENGAN PENGOTOR LUMPUR

No	Komposisi TiO_2 (gram)	Massa pengotor (gram)			Pengotor yang hilang (%)	
		Awal	Akhir*	Akhir**	Setelah penjemuran	Setelah pencelupan
1	0	34,11	33,99	33,9	24	42
2	1	36,18	35,91	35,75	54	86
3	1,5	32,71	32,4	32,26	62	90
4	2	32,18	31,85	31,72	66	92
5	2,5	32,27	31,92	31,79	70	96
6	3	36,93	36,55	36,45	76	96



Di bawah sinar matahari

No	Komposisi TiO_2 (gram)	Massa pengotor (gram)			Pengotor yang hilang (%)	
		Awal	Akhir*	Akhir**	Setelah penyinaran	Setelah pencelupan
1	0	34,25	34,24	34,15	2	20
2	1	36,81	36,79	36,57	4	48
3	1,5	32,54	32,51	32,28	6	52
4	2	33,04	33	32,74	8	60
5	2,5	34,57	34,53	34,24	8	66
6	3	36,28	36,2	35,91	16	74

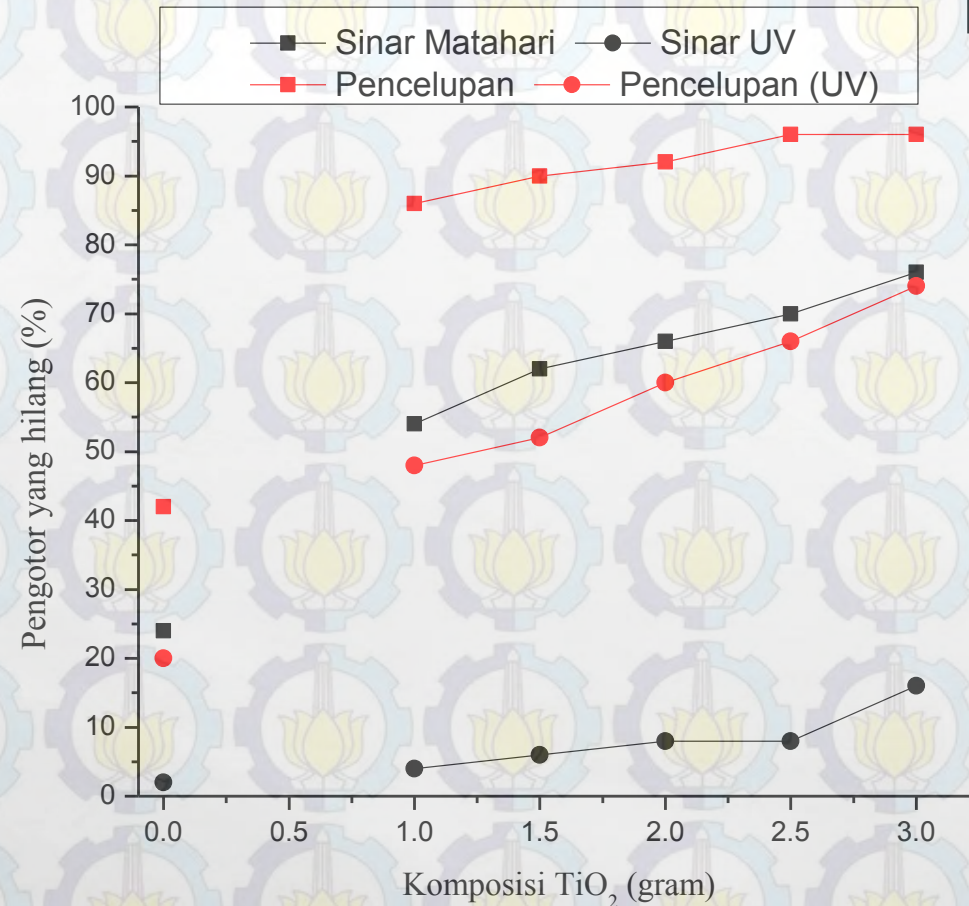
Sinar UV



HASIL SIFAT FOTOKATALISIS



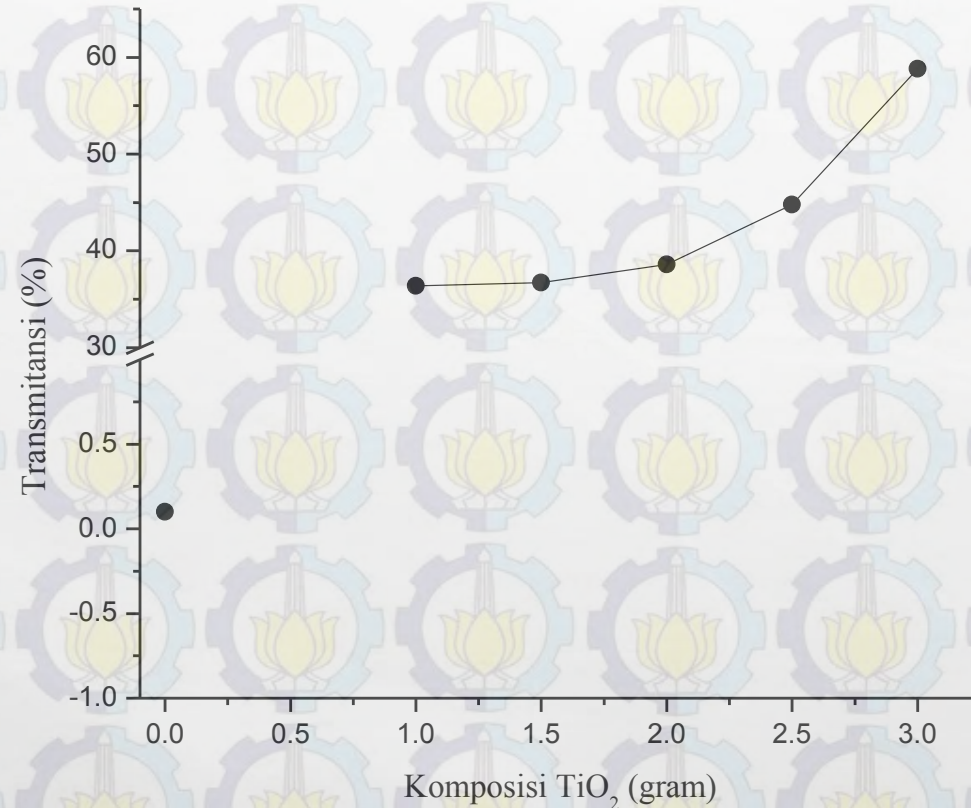
PENGUJIAN DENGAN PENGOTOR LUMPUR



PENGUJIAN SIFAT FOTOKATALISIS



PENGUJIAN DENGAN PENGOTOR BERUPA PEWARNA



INTERPRETASI HASIL

- DARI HASIL SIFAT HIDROFIK SAMPEL YANG SUDUT KONTAKNYA PALING KECIL PADA SAMPEL DENGAN KOMPOSISI TiO_2 1 GRAM, SEDANGKAN HASIL SIFAT FOTOKATALISIS SAMPEL YANG MEMILIKI SIFAT *SELF CLEANING* PALING BAIK TERDAPAT PADA SAMPEL DENGAN KOMPOSISI TiO_2 3 GRAM.
- SEMAKIN BAIK SIFAT FOTOKATALISISNYA SUDUT KONTAK YANG DIHASILKAN SEMAKIN HIDROFIL, NAMUN PADA PENGUJIAN SIFAT HIDROFIK YANG DILAKUKAN HASILNYA TIDAK SESUAI DENGAN YANG DIHARAPKAN.
- HAL TERSEBUT DAPAT DIKARENAKAN PERMUKAAN TiO_2 TIDAK MERATA DENGAN BAIK, SEHINGGA PERMUKAANNYA KASAR.



KESIMPULAN

- SIFAT FOTOKATALISIS TERBAIK DIMILIKI OLEH SAMPEL DENGAN KOMPOSISI TiO_2 SEBANYAK 3 GRAM DENGAN KEMAMPUAN MENGHILANGKAN PENGOTOR HINGGA 96% PADA PENJEMURAN DI BAWAH SINAR MATAHARI DAN 74% PADA PENYINARAN UV, SERTA MEMILIKI SELISIH TRANSMITANSI HINGGA 58,8%.
- SIFAT HIDROFIK SANGAT DIPENGARUHI OLEH FOTOKATALISIS
- KETIDAKSESUAIAN SIFAT HIDROFIK SAMPEL DISEBABKAN OLEH ADANYA PENGUMPALAN SERBUK TiO_2 DI PERMUKAAN LAPISAN



TERIMA KASIH